Ökologie der Wienerwaldbäche*

Johann WARINGER & Andrea WARINGER

Abstract: **Ecology of Wienerwald brooks.** The Wienerwald, the easternmost spur of the Alps, consists of two very different parts: the sandstone and the calcareous area. Both areas are drained by a high number of streams and brooks; their ecological functions are heavily linked with the different geological properties of their catchments. This chapter summarizes the most important aspects of hydrology, exchange processes between hyporheic sediments and water column and of nutrients and discusses organismic drift patterns as well as the important role of debris dams which act as hot spots for colonization by stream biota. In addition, an overview of the most important invertebrate and vertebrate taxa is given.

Key words: Wienerwald brooks, ecology, geology, hydrology, hyporheic sediments, nutrients, organismic drift, debris dams, macrozoobenthos, vertrebrates.

Geologie und Hydrologie

Der Wienerwald stellt den östlichen, spornförmigen Ausläufer des Alpenbogens dar und bildet ein hügeliges Bergland mit Seehöhen von etwa 200 bis 900 m. Von den rund 115.000 ha Gesamtfläche sind rund 70.000 ha bewaldet (LOISKANDL & MRKVICKA 2011). Der Großteil des Wienerwaldes liegt in Niederösterreich, nur etwa 5.000 ha liegen in Wien. Das Triestingtal begrenzt den Wienerwald nach Süden, die Große Tulln nach Westen. Im Norden fallen die Wienerwaldhöhen zum Tullnerfeld bzw. zur Donau ab. Entwässert wird die Region hauptsächlich nach Osten durch Triesting, Schwechat, Mödlingbach, Liesingbach und Wienfluss. Der westliche und nördliche Teil entwässern nach Norden zur Donau über Große und Kleine Tulln, Hagenbach, Kierling- und Weidlingbach. Größere, natürlich entstandene Stillgewässer fehlen im Wienerwald gänzlich. Der Wienerwald ist eines der größten Laubwaldgebiete Europas und eine in Mitteleuropa einzigartige Kulturlandschaft, die seit Juni 2005 von der UNESCO in das weltweite Netzwerk von Biosphärenparks aufgenommen wurde. Der fünfprozentige Flächenanteil an Kernzonen ist auf 37 Teilgebiete verteilt (LOISKANDL & MRKVICKA 2011).

Aufgrund seines geologischen Untergrundes zerfällt der Wienerwald in zwei deutlich unterschiedliche Anteile (FISCHER & WARINGER 2011). Südlich der von Kalksburg-Kaltenleutgeben bis etwa Alland verlaufenden Trennungslinie liegt der Kalk-Wienerwald. Die hier verlaufenden Bäche, wie etwa die Mittel- und Unterläufe von Schwechat und Piesting, sind durch die Klüftigkeit und die chemische Zusammensetzung der Kalkgesteine geprägt und entsprechen in vielerlei Hinsicht den Kalkgebirgsbächen. Nördlich dieser Trennlinie liegt der Flysch-Wienerwald; die Bäche hier, wie der Wienfluss, der Mauerbach und der besonders gut untersuchte Weidlingbach, unterscheiden sich aufgrund der Sandsteine, Kalkmergel und Schiefer der Greifensteiner, Altlengbacher und Kahlenberger Schichten stark von den Kalkbächen. Die Flyschsedimente wurden an der Wende Kreide-Tertiär in einen tiefen Meerestrog abgelagert. Dabei sammelte sich der terrestrische Erosionsschutt am Rand des Kontinentalschelfs an, bis er, ausgelöst durch sein Eigengewicht und durch tektonische Erschütterungen, in gewaltigen Unterwasserlawinen die Abhänge hinabglitt. Diese Rutschungen haben sich oftmals wiederholt. Durch die große Wassertiefe von etwa 3.000 Metern kam es zu einer weitgehenden Entmischung der Korngrößen: schwere Gesteinsbrocken sanken schnell, tonige Partikel blieben lang in Schwebe (Abb. 1). Die so gebildeten parallelen, unverzahnten Schichtfolgen (gradierte Schichtung) blieben auch bei der nachfolgenden Hebung im Zuge der Alpenentstehung weitgehend erhalten und führen bei Schrägstellung zu sehr instabilen statischen Verhältnissen in Hanglagen: häufige Hangrutschungen sind die Folge, wobei die Auslösemechanismen minimal sein können. Winzige Oberlaufgerinne reichen durch initiale Erosionsprozesse im Uferbereich bereits aus, um große Wirkungen in Form gigantischer Hangrutschungen auszulösen, wie es Abb. 2 an einem Prallhang im Weidlingbach zeigt. Die typischen V-förmigen Erosionstäler im Flysch, die Tobel, sind auf ähnliche Weise

*) In memoriam Univ.Prof.Mag.Dr. Uwe Humpesch (1943-2014).

Denisia **33**, zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums Neue Serie **163** (2014): 175-216

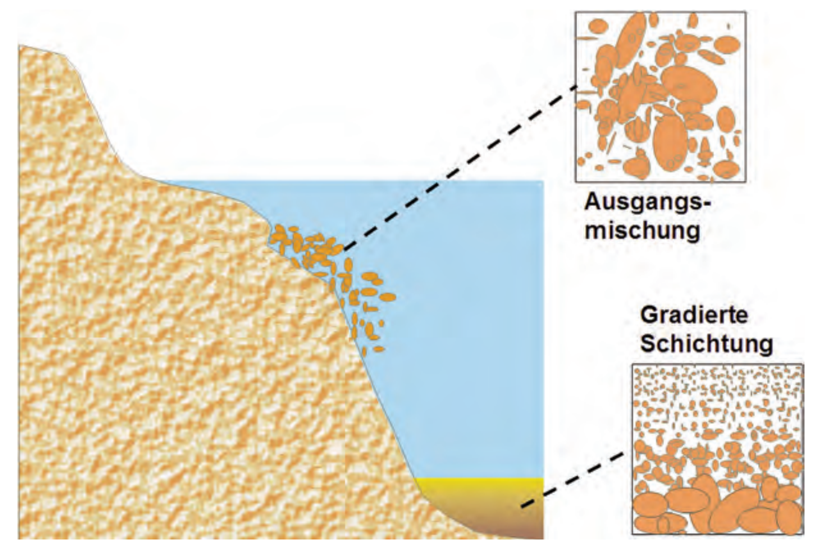


Abb. 1: Entstehung der gradierten Schichtung: Das Absinken einer heterogenen Sedimentmasse mit vermischten Partikeln unterschiedlichen Durchmessers in einem etwa 3 km tiefen Meerestrog führt zur völligen Entmischung der Korngrößen.

entstanden. Die unruhigen Bodenverhältnisse kann man dabei leicht am sogenannten Säbelwuchs der Uferbäume erkennen: durch Rutschungen schräg gestellte Stämme mußten sich durch bogenförmige Wuchskorrekturen wieder aufrecht ausrichten (Abb. 3).

Die marine Historie der Flyschgesteine des Wienerwaldes zeigt sich heute aber auch noch in den limnochemischen Kenngrößen der quellnahen Bachabschnitte. In Gewässern auf Gesteinsschichten mit längerer mariner Vergangenheit, wie z.B. den 71-84 Millionen Jahre alten Kahlenberger Schichten, sind durch die höheren Beimengungen von kalkhaltigen Überresten von Meerestieren die Werte der elektrischen Leitfähigkeit und der Wasserhärte deutlich höher als in den 55-58 Millionen Jahren alten Greifensteiner Schichten (Abb. 4). Die teilweise hohen Kalkgehalte sind bereits mit freiem Auge in der Nähe von Quellaustritten leicht festzustellen: Zweige, Steine, aber auch Wasserorganismen sind hier von einer hellgrauen Kruste aus Quelltuff überzogen (Abb. 5).

Abb. 2: Starke Ufererosion in einem Prallhangbereich des Weidlingbaches.



Aus den leicht verwitterbaren Sandsteinen, Mergeln und Schottern des Untergrundes im Einzugsgebiet dieser Bäche entstehen durch Verwitterung Böden, die sich durch hohe Quellfähigkeit und geringe Wasserdurchlässigkeit auszeichnen. Dies bedingt relativ geringe Flurabstände des Grundwasserkörpers, häufige diffuse Quellaustritte in Form von großflächigen, stark versumpften „Nassgallen“ und undeutlich abgegrenzte Quellregionen der Wienerwaldbäche (Abb. 6). Häufig ist es sehr schwierig, durch diese starke Land-Wasserverzahnung den Beginn eines Fließgewässers zu definieren,



Abb. 3: Quellnaher Abschnitt eines Baches im Sandstein-Wienerwald. Die tief V-förmig eingeschnittenen Tobel zeugen von der enormen Tiefenerosion selbst kleiner Bäche. Verstärkt wird diese durch häufige Hangrutschungen. Der „Säbelwuchs“ ufernaher Bäume legt davon Zeugnis ab: durch Hangrutschung werden die Baumstämme schräg gestellt, worauf sie sich krümmen müssen, um wieder senkrecht zu wachsen.

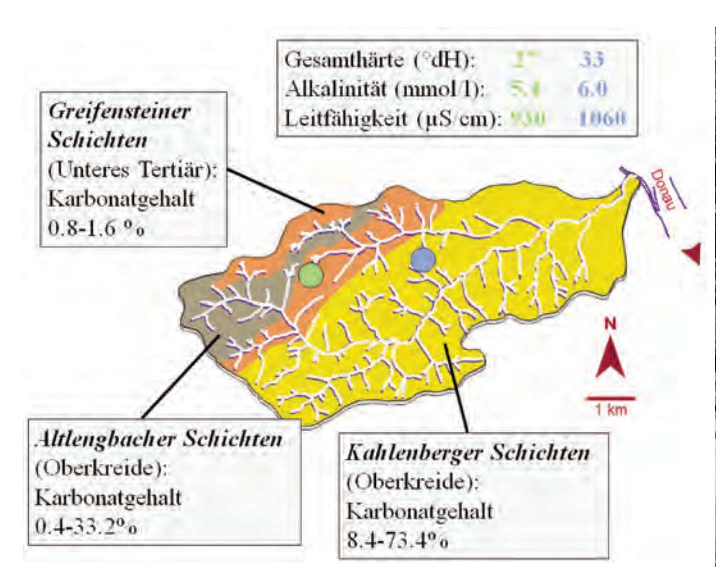


Abb. 4: Die geologischen Schichten im Einzugsgebiet des Weidlingbaches. Die unterschiedlich lange marine Geschichte der Sedimente führt zu Unterschieden in den Kalkgehalten und daher auch in den limnochemischen Kennwerten der quellnahen Oberflächengewässer.



Abb. 5: Bei Quellaustritten entweicht Kohlendioxid. Der zuvor im Wasser als Kalziumhydrogenkarbonat gelöste Kalk setzt sich in den quellnahen Abschnitten der Flyschbäche ab und überzieht Strukturen im Bachbett mit einer hellgrauen Kalkkruste. Wo dieser Quelltuff in größeren Mengen auftritt, wurde er früher auch als leichtes Baumaterial abgebaut.

zumal auch der Bachursprung je nach Niederschlagslage mehrere hundert Meter bergwärts oder talwärts verschoben sein kann. Durch die geringe Infiltrationskapazität der Böden der Flyschzone gelangt das Niederschlagswasser großteils oberirdisch oder oberflächennah ohne große zeitliche Abpufferung in die Bäche, was zu kurzzeitigen und starken Pegelfluktuationen führt (Abb. 7). Die Folge sind häufige, oft rasch ansteigende und kaum vorhersagbare Hochwässer (Abb. 8). Die Amplitude zwischen Mittel- und Hochwasserabfluss ist in Flyschbächen extrem hoch und schwankt etwa im Mauerbach zwischen 0,1 und 60 Kubikmeter pro Sekunde; dieser Umstand erklärt auch die überdimensioniert erscheinenden Rückhaltebecken an der Wiener Westeinfahrt und vor der Kartause Mauerbach. Im zeitlichen Verlauf ergeben sich für die meisten Wienerwaldbäche primäre Abflussmaxima im März, die durch die Schneeschmelze initiiert sind (Abb. 9). Diese hohen Wasserstände verlängern sich weit in das Frühjahr hinein, obwohl die monatlichen Niederschlagssummen noch relativ gering sind. Der Grund für diese Verlängerung der Hochwasserstände liegt in den sehr geringen winterlichen Transpirationsverlusten der Rotbuchen; erst mit dem Laubaustrieb im April und Mai werden diese größer und können in Kombination mit der Bodenverdunstung bis zu 80% der Niederschläge während der Vegetationsperiode wieder an die Atmosphäre zurückführen. Dies bedingt die Niedrigwasserphase während des Hochsommers. Erst der Laubabwurf im November führt dann zu einem sekundären Abflussmaximum (Abb. 9).



Abb. 6: Die Rosskopfquelle im Einzugsgebiet des Weidlingbaches.

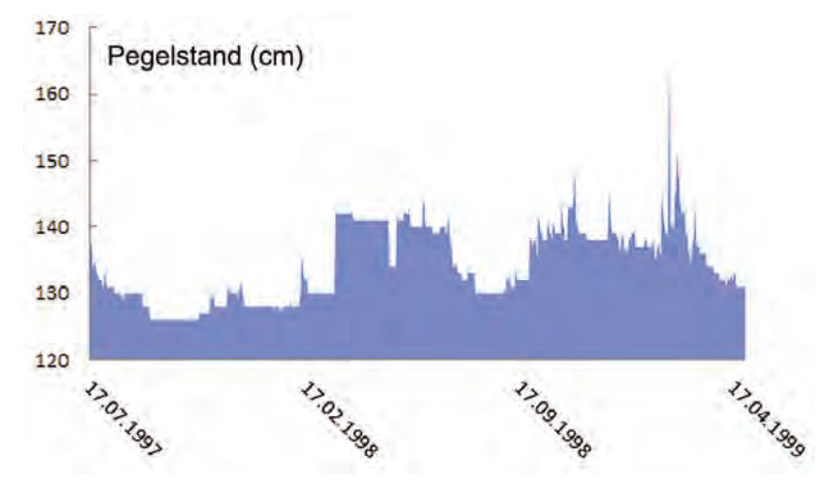


Abb. 7: Pegelkurve des Weidlingbaches vom 17. 7. 1997 bis zum 17. 4. 1999.

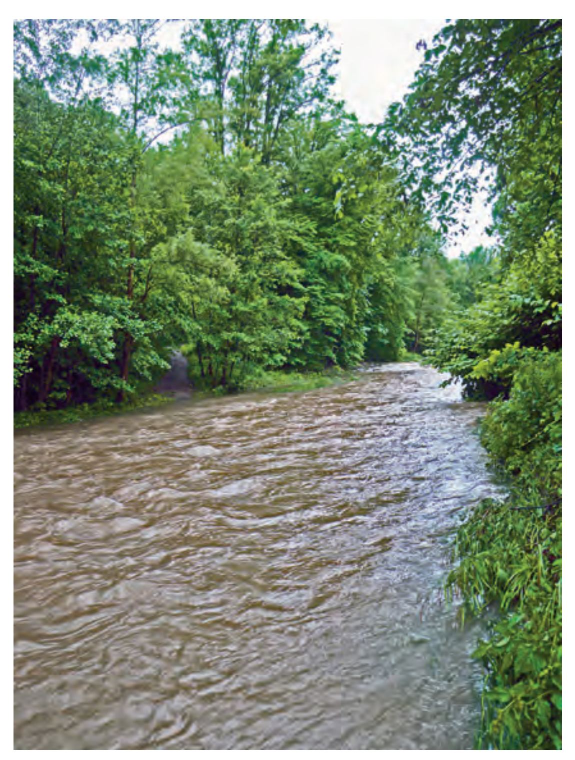


Abb. 8: Hochwasserereignis im Wienfluss (Foto: Peter Englmaier).

Wegen der mit rund 500 Metern Seehöhe niedrig gelegenen Quellaustritte und dem sehr oberflächennahen Zufluss ist die Wassertemperatur der Flyschbäche im Winter relativ kalt und im Sommer relativ warm (Abb. 10). Die winterlichen Minima liegen um 0°C, häufig frieren die Bäche für einige Wochen zu (Abb. 11); im Sommer kann die Wassertemperatur 20°C erreichen. Die Bewohner der Bäche müssen an wechselnde Temperaturverhältnisse und eine mitunter mehrwöchige Dunkelphase unter einer schneebedeckten Eisschicht angepasst sein.

Sedimentstruktur, Austauschprozesse und Besiedlungsmuster der Bettsedimente

Wesentlich für den Stoffaustausch zwischen den verschiedenen Kompartimenten der Bäche und für die artenreiche organismische Besiedlung sind die vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Bachbettstrukturen der Ober- und Mittelläufe. Neben Sedimentpartikeln der Grobkiesfraktion mit Korndurchmessern von 25-35 Millimeter bietet das Bachbett ein buntes Mosaik von gröberen Gesteinsblöcken, Feinsandablagerungen und Totholz. Durch die Vielfalt unterschiedlicher Korngrößen ist die „Rauigkeit“ dieser Bachabschnitte sehr hoch, was sich positiv auf die Rückhaltekraft auswirkt: Blattpakete und anderes organisches Material werden festgehalten und bleiben den Organismen zur Verwertung erhalten. Die vielfältige Sedimentstruktur beeinflusst ihrerseits wieder Strömungsverhältnisse und Abfluss im Bachbett. Stellen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit wechseln kleinräumig mit strömungsberuhigten Zonen ab. Bäche enden jedoch nicht an der Sedimentoberfläche und seitlich an der Wasseranschlagslinie, sondern erstrecken sich in Form einer mehrere Meter breiten Übergangszone bis hin zum Grundwasserraum; dieser besondere Lebensraum wird als hyporheische Zone (Hyporheos) bezeichnet. Die Gefrierkern-Technik gibt Aufschluss über das vertikale Verteilungsmuster der Sedimente und Bachorganismen im Sedimentlückenraum dieser Zone. Dabei wird im

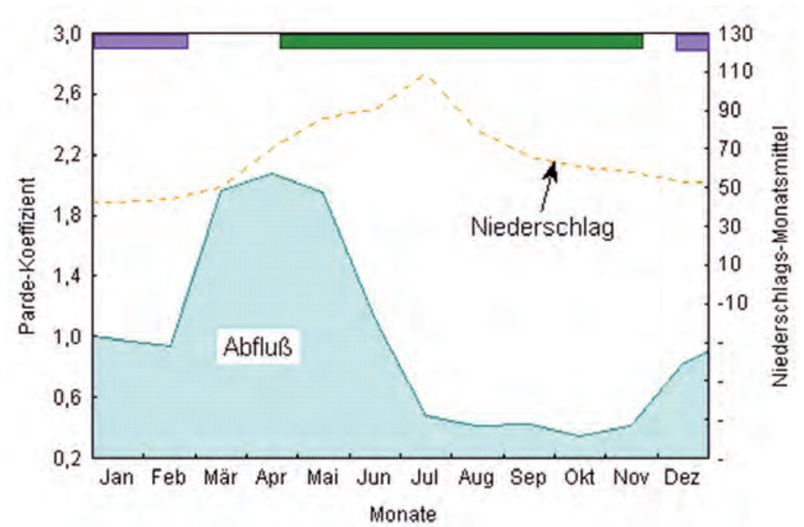


Abb. 9: Mittlere Abflussverhältnisse des Weidlingbachs beim Pegel Klosterneuburg. Das Hauptmaximum im Frühjahr kommt durch den kombinierten Effekt der Schneeschmelze (blauer Balken: Schneedecke) und durch die steigenden Jahresniederschläge (orange Kurve) bei noch fehlendem Kronendach der Laubgehölze zustande. Haben die Laubbäume des bewaldeten Einzugsgebietes ausgetrieben (grüner Balken), führen die stomatären Transpirationsverluste der Blätter trotz hoher Sommerniederschläge zu Niederwasserabflüssen. Erst nach dem herbstlichen Laubfall steigen die Abflusswerte wieder an.

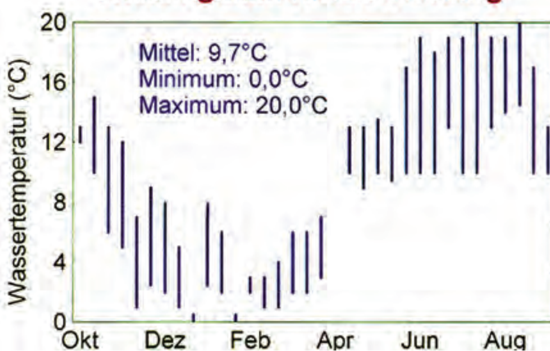


Abb. 10: Wassertemperaturen des Weidlingbaches bei Klosterneuburg von Oktober 1995 bis September 1996. Gezeigt werden die Spannweiten in Zehntagesintervallen (°C). Das dargestellte Muster ist typisch für winterkalt-sommerwarme Fließgewässer (Grafik: Ferdinand Dietrich und Johann Waringer).



Abb. 11: Die sommerwarmen und winterkalten Bäche im Flysch-Wienerwald frieren im Winter häufig zu. Wird die Eisdecke von Schneeschichten überlagert, muss die Fließgewässerbiozönose eine mehrwöchige Dunkelperiode überstehen (Foto: Ilse Stubauer).



Abb. 12: Einsatz der Gefrierkern-Technik im Weidlingbach. Ein Metallrohr wurde 60 Zentimeter in das Sediment eingeschlagen und wird nun mit flüssigem Stickstoff (minus 196 °C) befüllt. Der beim Einfüllen entweichende Stickstoff kühlt die umliegende Luft teilweise unter den Taupunkt ab und erzeugt im Bachbett Nebel.



Abb. 13: Nachdem der tiefgefrorene Eis-Sedimentklotz aus dem Bachbett gezogen wurde, kann er für die weitere Analyse des Sediments, des Porenraumes und der Bachorganismen in Portionen zerlegt werden.

Bachbett ein Metallrohr cirka 60 Zentimeter in das Sediment eingeschlagen. Das Rohr wird daraufhin mit flüssigem Stickstoff (minus 196 °C) befüllt, und das umliegende Sediment mit dem Porenwasser und den darin befindlichen Organismen dadurch schockgefroren (Abb. 12). Anschließend kann der tiefgefrorene Eis-Sedimentklotz aus dem Bachbett gezogen und für die weitere Analyse des Sediments, des Porenraumes und der Bachorganismen in Portionen zerlegt werden (Abb. 13). Das Skelett der Hyporheos-Sedimente in Flyschbächen besteht aus einer Matrix, die aus Elementen der Stein- und Grobkiesfraktion aufgebaut ist. Eingelagert in diese Matrix ist eine Feinsedimentfüllung unterschiedlicher Dichte. Flyschbäche haben, wie sich bei Untersuchung im Weidlingbach gezeigt hat, einen weit höheren Anteil an Feinsediment (Korngröße kleiner als 2 Millimeter) als Kalkbäche (Abb. 14). Dadurch werden überall dort, wo das Bachbett breiter und daher die ausräumende Wirkung der Strömung geringer ist, die Sedimentporen verstopft, was die Austauschprozesse zwischen Oberflächen- und Porenwasser stark einschränkt (Abb. 15, linker Teil der Grafik). In gut durchspülten Sedimenten mit hohen Austauschraten (schmale, tiefe Bachabschnitte) sind diese Gradienten hingegen kaum ausgebildet (rechter Grafikteil). Ein weiteres Element der Hyporheos-Sedimente stellen

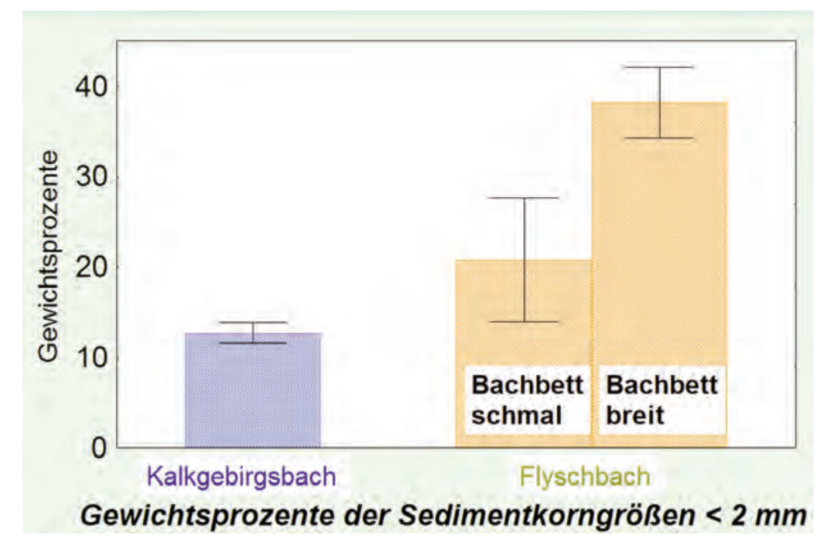


Abb. 14: In Kalk- und Flyschbächen ist der Feinsedimentanteil (Korngrößen < 2 mm) signifikant unterschiedlich. Weitere Unterschiede ergeben sich aber auch innerhalb der Flyschbäche: fehlt die ausräumende Wirkung der Strömung in Bachaufweitungen, nehmen die Feinsedimentanteile deutlich zu.

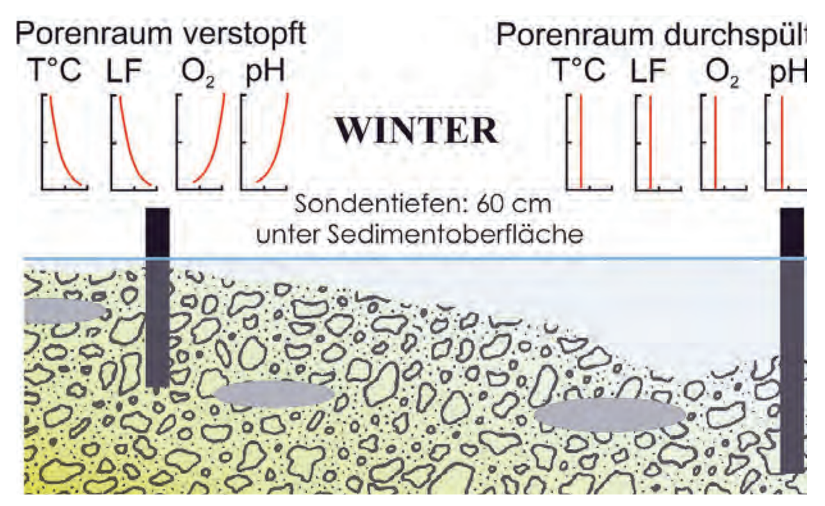


Abb. 15: Struktur der Hyporheos-Sedimente in Flyschbächen am Beispiel des Weidlingbaches (Winteraspekt). Eingebettet in eine Matrix aus Elementen der Stein- und Grobkiesfraktion (offene graue Signaturen) sind Feinsedimente (graue Punktierung). Die Dichte dieser Feinsedimente wird durch die Intensität der ausräumenden Wirkung der Strömung bestimmt: in flachen Bachaufweitungen sind die Konzentrationen deutlich höher als in tiefen, schnellfließenden Kanälen. Ein weiteres Element der Hyporheos-Sedimente stellen vollkommen stochastisch verteilte Tonlinsen (graue Ellipsen) als aggregierte Verwitterungsprodukte der Tonschiefer dar. Rohrsonden geben Einblick in die physikalisch-chemischen Lebensbedingungen im Sediment-Lückenraumsystem des Bachbetts. Sind die Sedimentporen durch hohe Feinsedimentkonzentrationen verstopft, werden die Austauschprozesse zwischen Oberflächen- und Porenwasser stark einschränkt; dies äußert sich in ausgeprägten Gradienten der Wassertemperatur (T°C), der elektrischen Leitfähigkeit (LF), des Sauerstoffgehaltes (O_2) und des pH-Wertes (links oben). In gut durchspülten Sedimenten mit hohen Austauschraten sind diese Gradienten kaum ausgebildet (rechter Grafikteil).

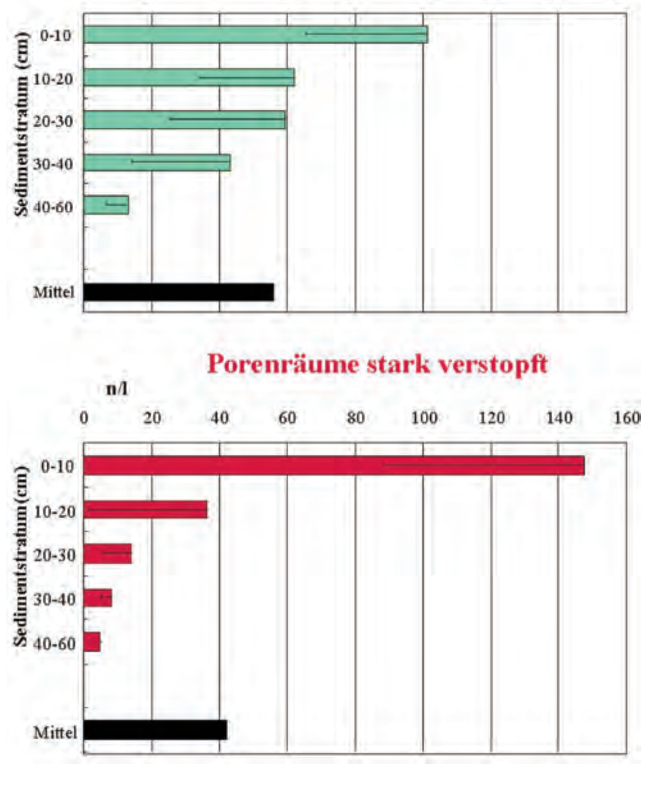


Abb. 16: Tiefenverteilung der Bachorganismen in einem Bachabschnitt mit verstopftem Lückenraumsystem und hohem Feinsedimentanteil (rote Balken) und in einem gut durchströmten Sedimentkörper mit geringem Feinsedimentanteil (grüne Balken).

vollkommen stochastisch verteilte Tonlinsen als aggregierte Verwitterungsprodukte der Tonschiefer dar. Diese Tonlinsen zeichnen sich durch hohe Dichte und äußerst geringes Porenvolumen aus (Abb. 15) (Weigelhofer & Waringer 2000; Weigelhofer 2002). Am Weidlingbach weisen 19 % des Untersuchungsareals stark verstopfte Sedimente mit eingeschränktem Wasseraustausch zwischen dem Oberflächenwasser und der hyporheischen Zone auf, während an 81 % der Untersuchungsstrecke hohe Permeabilitäten gemessen und signifikante Einströmraten von Oberflächenwasser in den Porenraum des Hyporheos beobachtet wurden. An diesen hydrologisch stark angebundenen Stellen wurden durchschnittlich 93 % Oberflächenwasseranteil im hyporheischen Wasser gemessen (Wallner 2006; Wallner et al. 2008). Gelöste Nährstoffe können nur an solchen hydrologisch aktiven Stellen in das Lückenraumsystem eindringen. Um diese Effekte zu untersuchen, wurden kurzzeitige Nährstoffzugaben an Ammonium, Nitrat und Phosphat an einer 72 m langen Untersuchungsstrecke durchgeführt. Dabei konnten wir in den interstitiellen Sedimenten eine Abfolge des Nährstoffrückhalts beobachten. Der Nährstoff mit der höchsten Retentionseffizienz war Ammonium mit einer mittleren Aufnahmelänge von 0,14 m. Die durchschnittliche Aufnahmelänge von Phosphat betrug 0,27 m. Der Nitratrückhalt war am geringsten mit einer mittleren Aufnahmelänge von 1,84 m. Die Aufnahmekurven der Nährstoffe zeigten, dass die Retentionseffizienz in den Oberflächensedimenten am höchsten war. Die Hälfte von Ammonium wurde in den obersten 0,10 m aufgenommen, die von Phosphat nach 0,19 m und die von Nitrat nach 1,28 m. Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die tiefere hyporheische Zone nicht wesentlich zur Retention des Ökosystems beiträgt und möglicherweise die Oberflächensedimente und das Oberflächenwasser eine größere Rolle im Nährstoffumsatz spielen (Wallner 2006; Wallner et al. 2008).

Die makrozoobenthische Besiedlung spiegelt die Situation der Austauschprozesse und des Feinsedimentanteils ebenfalls deutlich wider: In den obersten 0,10 m der verstopften Sedimente konzentrierten sich die Organismen an der Sedimentoberfläche und erreichten mittlere Dichten bis zu 210 Individuen pro dm^3. Dies entspricht einem Mittel von 63% der vertikalen Gesamtbesiedlung. In den besser durchströmten Sedimenten war die vertikale Verteilung ausgeglichener und erreichte dementsprechend geringere Oberflächendichten von nur etwa 135 Individuen pro dm^3, was etwa einem Anteil von 45% entspricht (Abb. 16) (Weigelhofer & Waringer 2000, 2003a, b; Weigelhofer 2002). In nachfolgenden Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass sich die Tiefenverteilungsmuster der einzelnen Tiergruppen in 3 Verteilungstypen einteilen lassen (Abb.

17). Verteilungstyp A umfasst Taxa mit maximalen Individuendichten nahe der Sedimentoberfläche in verstopften und unverstopften Sedimenten (z.B. Larven der Eintagsfliegenfamilie Baetidae und der Zweiflüglerfamilie Chironomidae). Typ B umfasst Mischtypen mit Oberflächenmaxima in verstopften und mit tieferliegenden Maxima in unverstopften Sedimenten (z.B. Oligochaeta und die Larven der Steinfliegenfamilie Leuctridae). Typ C schließlich umfasst Taxa mit echtem hyporheischen Verbreitungsschwerpunkt in beiden Sedimenttypen (z.B. die Grundwasserassel *Proasellus* sp.).

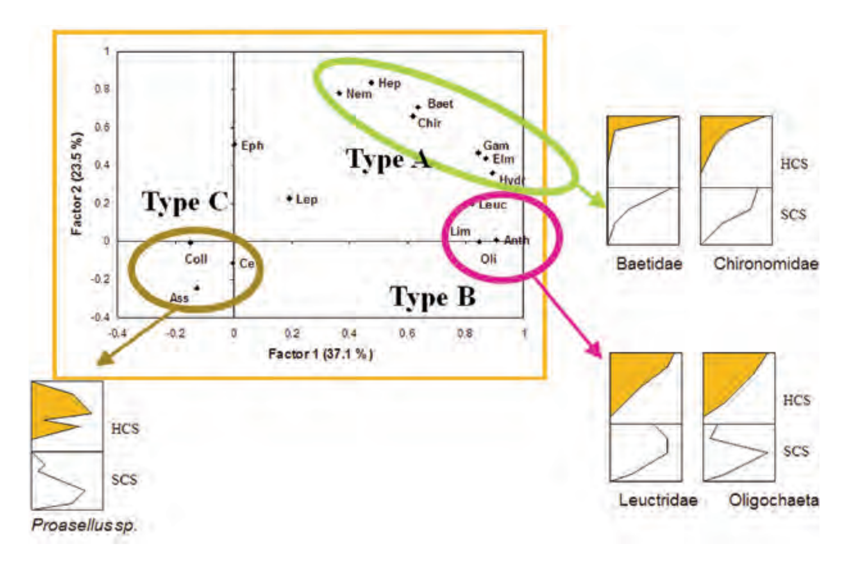


Abb. 17: Gruppierung der einzelnen Makrozoobenthos-Gruppen entlang der Sedimenttiefenachse 1 und der Feinsedimentgehaltachse 2 einer Hauptkomponentenanalyse. Es ergibt sich eine Auftrennung in 3 Verteilungstypen. Verteilungstyp A: Häufigkeitsmaxima nahe der Sedimentoberfläche in verstopften und unverstopften Sedimenten (Beispiele: Bachflohkrebse (Gammaridae), Eintagsfliegenlarven (Baetidae, Heptageniidae), Steinfliegenlarven (Nemouridae), Käfer (Elmidae, Hydraenidae), Zweiflügler (Chironomidae)). Typ B: Mischtypen mit Oberflächenmaxima in verstopften und mit tieferliegenden Maxima in unverstopften Sedimenten (Beispiele: Borstenwürmer (Oligochaeta), Steinfliegen (Leuctridae), Köcherfliegen (Limnephilidae), Zweiflügler (Athericidae)). Typ C: hyporheischer Verbreitungsschwerpunkt in beiden Sedimenttypen (Beispiele: Wasserasseln (*Proasellus* sp.), Springschwänze (Collembola), Zweiflügler (Ceratopogonidae)) (aus WEIGELHOFER & WARINGER 2003b).

Nährstoffbasis und funktionelle Ernährungstypen

Die Wienerwaldbäche durchlaufen zumindest in den oberen und mittleren Abschnitten ein noch weitgehend intaktes, bewaldetes Einzugsgebiet. Die Bäche sind in diesen Bereichen nur wenige Meter breit; daher kommt es über dem Bachbett zum Kronenschluss der Uferbäume und damit zu sehr ungünstigen Lichtbedingungen im Bach selbst. Unter den Produzenten, die den phototrophen, benthischen Biofilm aufbauen, dominieren im Weidlingbach Kieselalgen (Bacillariophyceae), die an den Steinoberseiten gelbbraun gefärbte Überzüge bilden (Tab. 1). Die sieben häufigsten Kieselalgen-Arten an den untersuchten Probenpunkten waren in abnehmender Häufigkeit *Navicula tripunctata*, *Cocconeis pediculus* (Abb. 18), *Gomphonema olivaceum*, *Navicula lanceolata* (Abb. 19), *Cymatopleura solea*, *Rhoicosphenia abbreviata* (Abb. 20) und *Nitzschia dissipata*. Die Gattungen *Gomphonema* und *Rhoicosphenia* bilden Gallertstielchen aus, mit denen sie auch in stärkerer Strömung leicht stationär bleiben können. Fädige Blaualgen (Cyanobakterien), fädige Grünalgen (Chlorophyceen) und Rotalgen (Rhodophyceen) sind weniger häufig und sind besonders im Sommer an gut durchlichteten Stellen anzutreffen (Abb. 21). Die Biomasse der Algenüberzüge erreicht an typischen beschatteten Bachstellen des Weidlingbaches im Sommer gemittelt 1,9 Gramm Trockengewicht pro Quadratmeter, im übrigen Jahr 0,1-0,2 Gramm (Abb. 21; ARTMANN 2000; ARTMANN et al. 2003; WARINGER 2011). Nach Hochwasserphasen, die durch ihren Geschiebetrieb die Biofilme mechanisch abreiben, kommt es zu rascher Regeneration. In dieser Initialphase sind die Biofilm-Wachstumsraten (gemessen als Chlorophyll-a) sehr stark vom Abflussverhalten, aber kaum von den Belichtungsverhältnissen abhängig. So können z.B. konstante Wasserführungen über längere Zeiträume eine höhere Biomasse pro Zeiteinheit aufbauen als fluktuierende Abflüsse während wechselhafter Wetterphasen (CEOLA et al. 2013). Das Abwei-



Abb. 18: Die Kieselalge *Cocconeis pediculus* (Foto: Ulrike Artmann).



Abb. 19: *Navicula lanceolata*, eine der häufigsten Kieselalgen des Weidlingbaches und ein wichtiger Primärproduzent in beschatteten Wienerwaldfließgewässern (Foto: Ulrike Artmann).

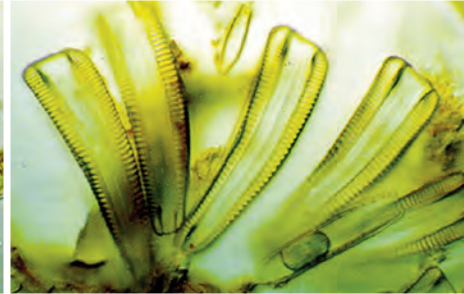


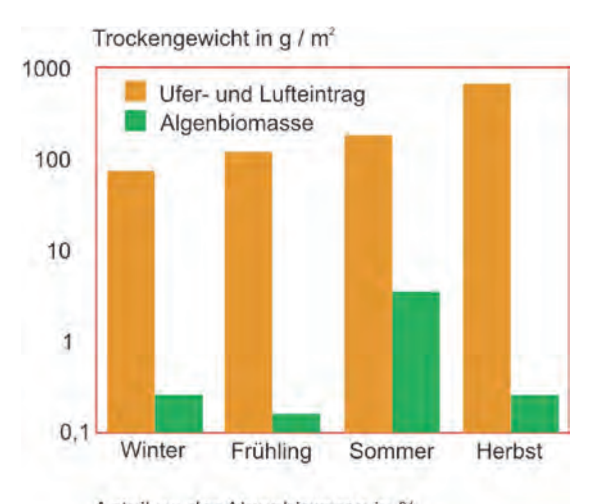
Abb. 20: Die Kieselalge *Rhoicosphenia abbreviata* bildet Gallertstiele aus (Foto: Ulrike Artmann).

Tab. 1: Artenliste der benthischen Algen des Weidlingbaches. Abundanzklassen: 1- selten, 3- sehr häufig.

Taxon	Schattig	Sonnig
CYANOBACTERIA		
Chroococcus sp.	-	1
Oscillatoria sp.	2	2
Phormidium foveolarum Gom. 1892	1	2
Pseudanabaena catenata Lauterborn 1915	2	1
HETEROKONTOPHYTA		
Bacillariophyceae		
Achnanthes lanceolata (Brebisson) Grunow in Cleve & Grunow 1880	2	2
Achnanthes minutissima Kützing 1883	3	2
Amphora ovalis Kützing 1844	1	1
Amphora pediculus (Kützing) Grunow 1880	3	2
Cocconeis pediculus Ehrenberg 1838	2	3
Cocconeis placentula Ehrenberg 1838	2	3
Cymatopleura elliptica (Brebisson) W. Smith 1851	2	1
Cymatopleura solea (Brebisson) W. Smith 1852	1	2
Cymbella affinis Kützing 1844	1	1
Cymbella minuta Hilse in Rabenhorst 1862	1	1
Diatoma ehrenbergii Kützing 1844	1	2
Diatoma moniliformis Kützing 1833	2	2
Diatoma vulgaris Bory 1824	3	3
Diploneis elliptica (Naegeli) Cleve-Euler 1922	1	-
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980	1	1
Gomphonema angustum Agardh 1831	2	1
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brebisson 1838	3	3
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing 1849	1	1
Gomphonema tergestinum Fricke 1902	2	2
Gyrosigma attenuatum (Kützing) Rabenhorst 1853	1	1
Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve 1849	-	1
Melosira varians Agardh 1827	1	2
Navicula capitatoradiata F. Germain 1981	2	1
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg 1838	3	3
Navicula menisculus Schumann 1867	3	3
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory 1822	3	3
Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith 1853	1	1
Nitzschia angustata (W. Smith) Grunow 1853	1	1
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow1862	3	3
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith 1853	1	1
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith 1853	2	2
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bertalot 1980	3	3
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot 1987	2	2
Chrysophyceae		
Phaeodermatium rivulare Hansgirg 1889	1	1
CHLOROPHYTA		
Cladophora glomerata (L.) Kützing 1843	2	3
Ulothrix tenuissima Kützing 1833	1	-
RHODOPHYTA		
Chantransia sp. Bory de St. Vincent 1823	3	1

den des benthischen autotrophen Biofilms durch Weidegänger, z.B. Eintagsfliegenlarven der Gattung *Ecdyonurus*, ist in Strömungsrinnenexperimenten hingegen bei wechselnder Wasserführung höher als bei konstantem Abfluss, da sich bei Fluktuationen kurzfristige, aber häufige günstige hydraulische Bedingungen zum Abweiden ergeben (Ceola et al. 2013).

Wegen des hohen Anteils der Skelettsubstanz der Bacillariophyceae können nur etwa 20% der Biomasse von Konsumenten genützt werden. Diese geringe Nährstoffbasis reicht bei weitem nicht aus, um die individuen- und artenreiche Lebensgemeinschaft im Bach mit Energie zu versorgen. Das Energiedefizit des Baches wird daher durch den diffusen Eintrag von gelösten Kohlenstoffverbindungen aus dem Wurzelraum der angrenzenden Vegetation, über zuströmendes Grund- und Hangwasser und durch organische Substanz in Form von herabfallenden und von den Ufern abgeschwemmten Holzstücken, Blättern, Samen, Knospenschuppen und Blüten gedeckt (Abb. 21). So werden etwa am Mauerbach im Wienerwald 392-716 g Trockengewicht pro m^2 über den Luftraum und 47-595 g Trockengewicht pro m über die Ufer eingetragen, wobei die Zusammensetzung und Dichte der Ufervegetation sowie die Uferneigung modifizierend wirken (Weigelhofer & Waringer



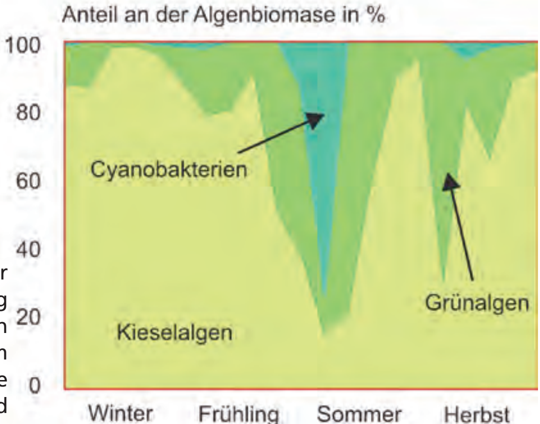


Abb. 21: Oben: Der Vergleich der von außen eingebrachten Nährstoffe mit der im Bach selbst produzierten Algenbiomasse macht die überragende Bedeutung des Nährstoffimportes aus dem Umland für die Lebensgemeinschaft im Bach deutlich. Unten: Prozentuelle Verteilung der drei wichtigsten Algengruppen im Jahreslauf. Mit Ausnahme des Frühsommers stellen die Kieselalgen die wichtigsten Primärproduzenten unter den Algen dar (nach Artmann 2000 und Artmann et al. 2003).

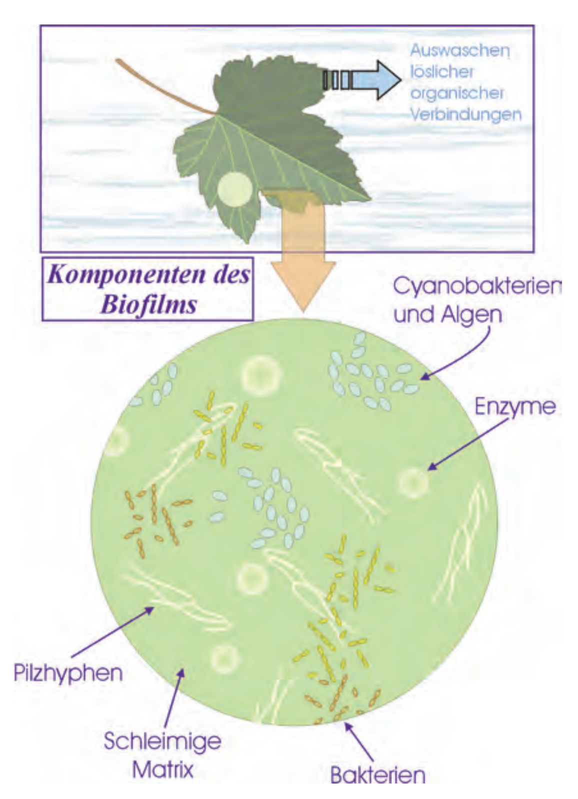


Abb. 22: Gelangt ein Blatt in den Bach und wird unter Wasser festgelegt, werden zuerst lösliche Substanzen ausgewaschen. Zugleich entsteht an der Oberfläche der sogenannte Biofilm, ein Belag aus Bakterien, Pilzhyphen, Cyanobakterien, Algen und abgesonderten Enzymen, eingebettet in eine schleimige Matrix. Nun erst ist das Blatt als wertvolle Nahrungsquelle für Bachflohkrebse oder Insektenlarven verfügbar (aus WARINGER 2011).

1994). Spitzenwerte für den Lufteintrag fallen in die Zeit des herbstlichen Laubabwurfes (50-70%), während für den Ufereintrag am Mauerbach ein Frühjahrs- und Herbstmaximum (19-50%) gemessen wurde (Tab. 2). Erwartungsgemäß nimmt der Anteil an Ufereintrag von der Quelle bis zur Mündung mit zunehmender Bachbreite ab. Für den gesamten Mauerbach beträgt der jährliche Eintrag an grobpartikulärer organischer Substanz 21,8 t, wobei 73% auf den Lufteintrag entfallen (WEIGELHOFER & WARINGER 1994). Kommt ein Laubblatt unter Wasser zu liegen, werden zunächst lösliche Substanzen ausgewaschen (‚leaching“). Nach einiger Zeit überzieht sich die Blattoberfläche mit einem schleimigen Belag, in den Bakterien, Pilzhyphen, Algen und Exoenzyme eingebettet sind (Abb. 22). Diese Biofilmbildung verbessert den Nährwert der Blattsubstanz sehr erheblich. Neben organischem Material überziehen Biofilme auch die Oberflächen von Sedimentpartikeln an der Gewässersohle und kleiden das Lückenraumsystem in tieferen Sedimentschichten aus.

Im Bachbett liegen die ständig für die Biozönose verfügbaren Mengen an grobpartikulärer organischer Substanz zwischen 0,4-11,0 g m^{-2} im Sommer und 6,6-43,5 g m^{-2} im Herbst. Der Abbau dieses Materials im Gewässer sinkt in der Reihenfolge Esche > Hainbuche > Rotbuche bzw. Sommer > Frühjahr/Herbst > Winter. Es besteht eine signifikante positive Korrelation zwischen den Abbauraten und der Wassertemperatur und eine nicht signifikante, leicht negative Korrelation zwischen den Abbauraten und der Anzahl der auf den Laubblättern befindlichen Makroinvertebraten. Unter diesen weisen die Dipteren (vor allem die Chironomiden), die Plecopteren und die Gammariden die höchsten Abundanzen auf. Ein Vergleich der einzelnen Ernährungstypen im Mauerbach zeigt, mit Ausnahme des Sommers, eine deutliche Dominanz der Zerkleinerer (“shredders“), wobei der schnelle Abbau von Laub im Sommer vorwiegend durch die geringe Konkurrenz mit anderen Nahrungsresourcen erklärt werden kann (WEIGELHOFER 1993).

Tab. 2: Eintrag von grobpartikulärem Material (Blätter, holzige Partikel, Sonstiges) an den Probenpunkten P1 – P6 am Mauerbach. Luft= Lufteintrag (g Trockengewicht m^{-2} und %); rechts, links= Ufereintrag rechtes, linkes Ufer (g Trockengewicht pro m Uferlänge und %).

Probenstelle		Blätter		Holz		Sonstiges		Summe Herbst	
		g TG	%	g TG	%	g TG	%	g TG	%
P 1	Luft	415.00	76.1	31.45	5.8	98.84	18.1	545.29	72.1
	Rechts	71.37	68.3	17.06	16.3	16.07	15.4	104.50	44.0
	Links	232.77	71.0	35.90	11.0	58.96	18.0	327.60	49.3
P 2	Luft	321.96	89.1	32.88	9.1	6.68	1.8	361.52	66.7
	Rechts	39.51	84.7	7.03	15.1	0.05	1.1	46.60	53.5
	Links	173.20	81.2	35.34	16.6	4.82	2.2	213.40	35.5
P 3	Luft	376.87	79.6	55.59	11.8	40.57	8.6	473.03	62.9
	Rechts	165.54	85.2	9.82	5.1	18.91	9.7	194.30	43.9
	Links	331.24	80.2	69.85	16.9	11.91	2.9	413.00	52.1
P 4	Luft	475.73	69.9	117.00	17.2	87.62	12.9	680.35	59.6
	Rechts	473.94	79.7	101.65	17.1	19.27	3.2	594.90	30.4
	Links	327.85	86.2	35.23	9.3	16.99	4.5	380.10	29.9
P 5	Luft	522.91	73.0	112.54	15.7	80.71	11.3	716.16	51.1
	Rechts	101.68	72.3	21.46	15.2	17.60	12.5	140.70	38.9
	Links	110.79	67.7	43.25	26.5	9.52	5.8	163.60	56.0
P 6	Luft	392.83	93.2	17.53	4.1	11.36	2.7	421.72	72.1
	Rechts	400.41	82.7	81.24	16.8	2.56	0.5	484.20	34.4
	Links	379.07	87.7	45.22	10.4	8.06	1.9	432.40	28.6

Die Dichten der Makrozoobenthosorganismen der Sedimentoberfläche erreichen in den Wienerwaldbächen am Beispiel des Mauerbaches Dichten von 286 Individuen m^{-2} im Frühjahr kurz nach dem primären Abflussmaximum (pluvionivales Regime) und bis zu 39514 Individuen m^{-2} nach längeren Niedrigwasserphasen (BAUMGARTNER & WARINGER 1997). Die Längsverteilung zeigt dabei ein klares Verteilungsmuster der funktionellen Ernährungstypen: in den quellnahen Bachabschnitten dominieren die Zerkleinerer mit Anteilen bis zu 72%, an den mündungsnahen Abschnitten hingegen die Detritussammler mit bis zu 59% an der Gesamtabundanz. Die Karnivoren sind hingegen über

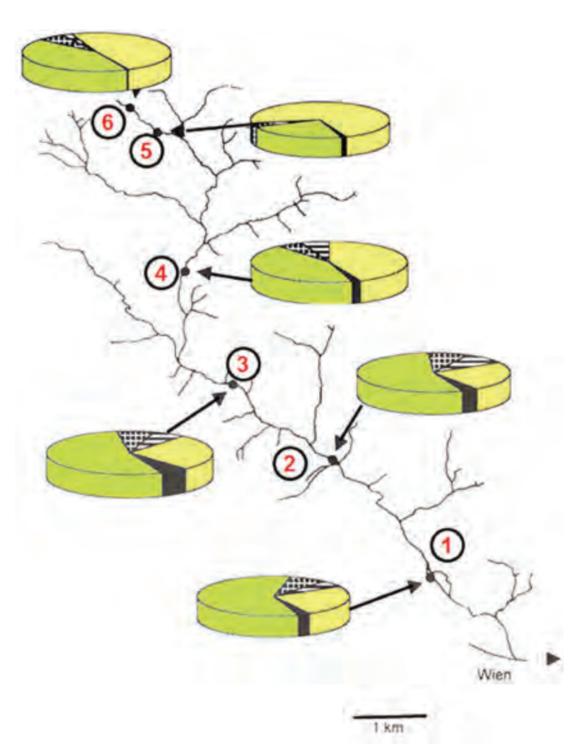


Abb. 23: Längszonierung der funktionellen Ernährungstypen der Makrozoobenthosorganismen im Mauerbach. Gelb = Zerkleinerer, grün = Detritusammler, schwarz = Filtrierer, schraffiert = Weidegänger, punktiert = Karnivore (aus BAUMGARTNER & WARINGER 1997).

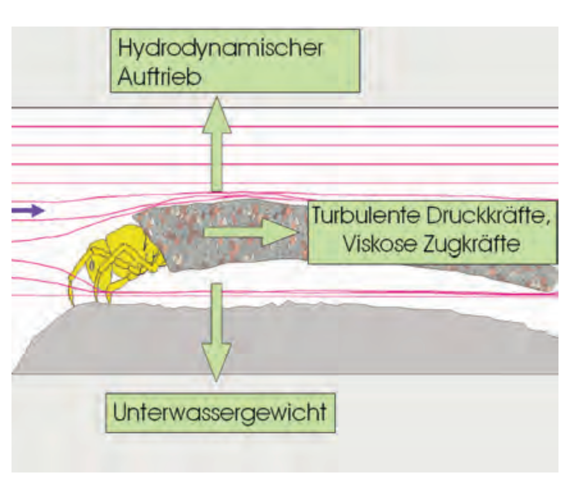
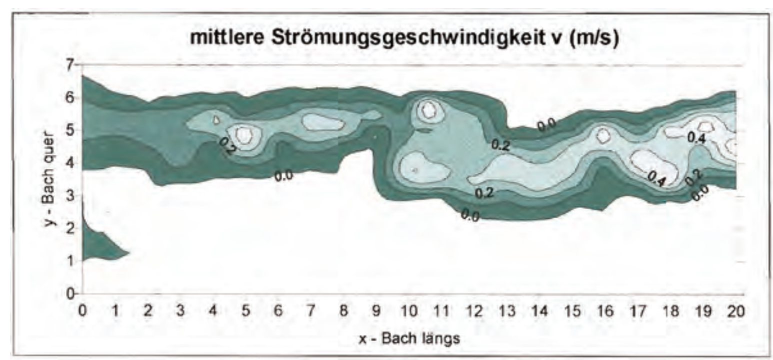


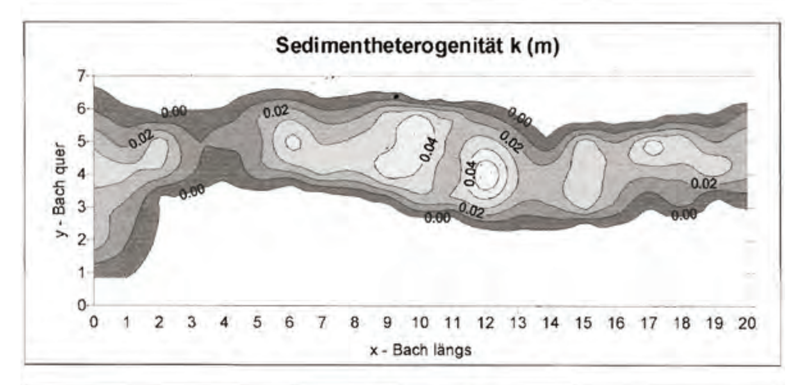
Abb. 24: Hydraulische Stresskomponenten, denen eine Köcherfliegenlarve in der Strömung ausgesetzt ist. Vektoriell in Strömungsrichtung wirken die turbulenten Anströmdrucke bzw. die viskosen Zugkräfte, vektoriell von der Sedimentoberfläche wegweisend wirkt der körperformabhängige hydrodynamische Auftrieb. Das Unterwassergewicht wirkt stabilisierend (nach WARINGER 2008).

das gesamte Kontinuum in etwa gleichen Proportionen von 3-9 % anzutreffen (Abb. 23).

Hydraulischer Stress, Verteilungsmuster des Makrozoobenthos an der Sedimentoberfläche und organismische Drift

Auf Organismen auf der Sedimentoberfläche von Fließgewässern wirkt die Strömung durch zwei Hauptmanifestationen des hydraulischen Stresses (Abb. 24). Dies sind einerseits die turbulenten Druck- und viskosen Zugkräfte, deren Proportionen stark von der organismischen Reynoldszahl abhängen. Diese dimensionslose Zahl verrechnet die Körpergröße, die Strömungsgeschwindigkeit am Niveau des Organismus und die Viskosität des Wassers. Dabei wirken sich bei niederen Reynoldszahlen die viskosen Reibungskräfte als Zugkräfte auf die gesamte Körperoberfläche noch sehr stark aus, während sich bei höheren Reynoldszahlen (d.h. bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten und/oder bei größeren Tieren) die Tendenz immer mehr zu den turbulenten Anströmdrucken hin verschiebt. Wir erfahren in unseren menschlichen Dimensionen die Strömung ausschließlich als Anströmdrucke; die Perzeption der Strömung als viskose Zugkräfte bleibt unserem Erfahrungshorizont verschlossen. Die zweite Hauptmanifestation des hydraulischen Stresses sind die hydrodynamischen





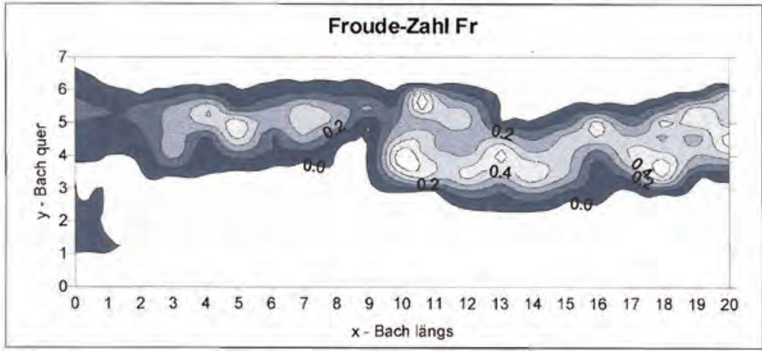
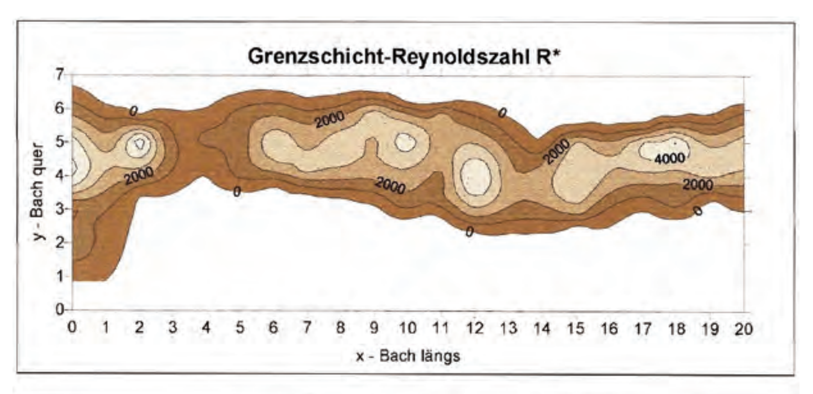
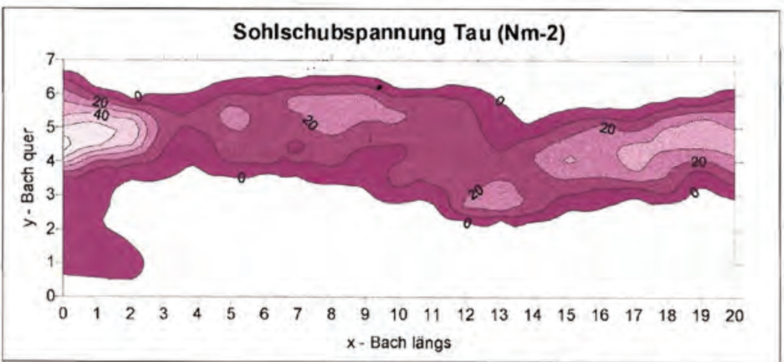


Abb. 25: Verteilung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit, Sedimentheterogenität und Froude-Zahl in einem 20 Meter langen Abschnitt des Weidlingbaches (aus: BERGER J., Guttmann S., Kowalski K., Schober E. & G. Singer, unpubliziertes Kursprotokoll).

Auftriebskräfte, die vektoriell weg von der Sedimentoberfläche gerichtet sind und stark von der Körperform der Organismen beeinflusst werden. Bei zylindrischen Körperformen werden die Stromlinien im Kopfbereich sehr gleichmäßig geteilt; das führt zu vergleichbaren Stromliniendichten, damit zu sehr ausgeglichenen Druckverhältnissen auf der Dorsal- und Ventralseite der Tiere und in Folge zu vernachläßigbar kleinen Auftriebswerten. Ganz anders liegt die Situation bei stark abgeplatteten Körperkonturen, die auf Anströmdruckminimierung konstruiert sind, wie z.B. den abgeplatteten Larven der Eintagsfliegenfamilie Heptageniidae. Bei diesen Formen werden die Stromlinien im Kopfbereich sehr ungleichmäßig geteilt. Dadurch werden im Ventralbereich durch die geringe Stromliniendichte und Strömung enorme Überdrucke aufgebaut. Bei solchen Körperformen ist der hydrodynamische Auftrieb daher besonders hoch und beträgt z.B. bei der Gattung *Epeorus* das Doppelte der Anströmdrucke (WEISSENBERGER et al. 1991). Interessanterweise können manche Heptageniidae, z.B. die Gattung *Ecdyonurus*, durch spezielle Kopfmuskeln das Strömungsmuster derart steuern, dass daraus ein stabilisierender negativer Auftrieb resultiert (WEISSENBERGER et al. 1991). Die stabilisierende Komponente in diesem Kräftespiel stellt das Unterwassergewicht des Organismus dar (Gewicht minus hydrostatischer Auftrieb; WARINGER 1989a, b, 1992, 1993, 2008).

An der Stromsohle unserer Wienerwaldbäche ist für die Verteilung der hydraulischen Stresskomponenten und in Folge für die Besiedlungsmuster des Makrozoobenthos die Verteilung der groben Sedimentpartikel entscheidend. Durch die sehr heterogenen Korngrößen von Schluff bis zu grobem Blockwerk und die unterschiedlichen Wassertiefen in Schnellen und Kolken ergeben sich komplexe Strömungsmuster, die sämtliche Deskriptoren für den hydraulischen Stress mitbestimmen (Abb. 25, 26). Die Biozönose reagiert sehr empfindlich auf unterschiedliche hydraulische Stressintensitäten. So wird in einer Studie am Weidlingbach anhand der Verteilungsmuster von 33318 Makrozoobenthosorganismen die Köcherfliegenart *Hydropsyche instabilis* eindeutig als rheophile Art ausgewiesen, deren Hochgeschwindigkeits-Fangnetze am häufigsten bei Sohlschubspannungen von 0,3 bis 0,8 Newton m^{-2} gefunden wurden (Abb. 27). Fast 77% aller gefangene Individuen sind diesem Bereich zuzuordnen. Ebenfalls als rheophile Arten können die Eintagsfliegengattung *Rhithrogena* sp. und die Trichopteren *Rhyacophila fasciata* und *Sericostoma personatum* eingestuft werden. Auf den Bereich von 0,3 bis 0,7 N m^{-2} entfallen 53 bis 68% der Gesamtpopulationen. Das Präferenzdiagramm der Junglarven der Eintagsfliegengattung *Baetis* stimmt weitgehend mit dem Diagramm der adulten Art *B. muticus* überein (Abb. 27). Die Abundanz steigt mit höheren





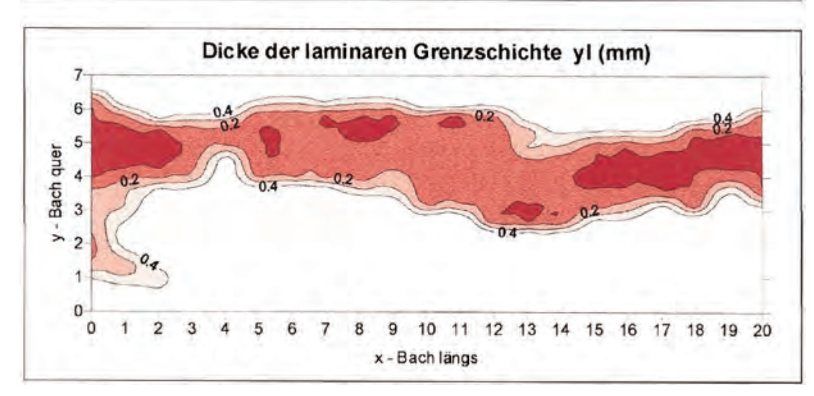


Abb. 26: Verteilung der Grenzschicht-Reynoldszahl, der Sohlschubspannung und der laminaren Grenzschichtdicke in einem 20 Meter langen Abschnitt des Weidlingbaches (aus: Berger J., Guttmann S., Kowalski K., Schober E. & G. Singer, unpubliziertes Kursprotokoll).

Sohlschubspannungen bis zu 0,3 N m^{-2} an, ist aber auch im Bereich um 0,1 N m^{-2} noch häufig. Eine eher indifferente Gruppe bilden die Larven der Plecopterengattung *Leuctra*, die Eintagsfliegenarten *Ecdyonurus starmachi* und *Habroleptoides confusa* sowie der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum*. Die Tiere waren über einen weiten hydraulischen Stressbereich zu finden und können daher als indifferent bezeichnet werden (Abb. 27). Die Eintagsfliege *Ephemera danica* ist dagegen eine deutlich limnophile Art; 56% aller Individuen wurden bei Sohlschubspannungen von 0 bis 0,1 N m^{-2} angetroffen. Dies gilt auch für die Köcherfliege *Plectrocnemia conspersa*, die einzige der untersuchten Arten, die nur bei Sohlschubspannungen < 0,7 N m^{-2} gefunden wurde. Knapp zwei Drittel der Larven dieser Köcherfliege bevorzugten

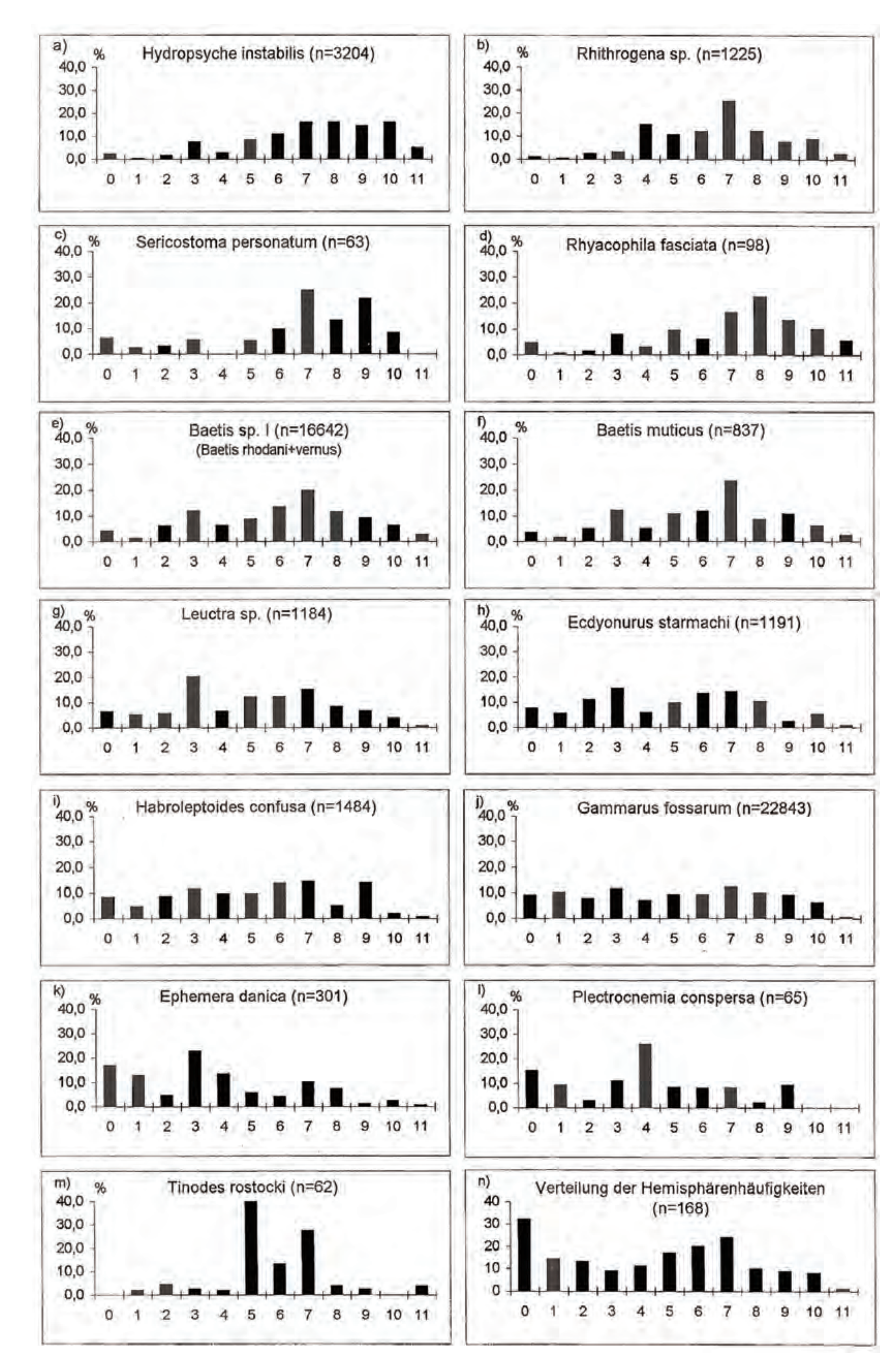


Abb. 27: Prozentuale Verteilung häufiger Makrozoobenthosorganismen des Weidlingbaches an Sedimentoberflächen mit unterschiedlichem hydraulischen Stress (a-m; angegeben als Sohlschubspannung; N m^{-2}); n = Verteilung der einzelnen Sohlschubspannungskategorien im Bachbett (0 = 0,07 N m^{-2}, 1 = 0,08 N m^{-2}, 2 = 0,09 N m^{-2}, 3 = 0,12 N m^{-2}, 4 = 0,14 N m^{-2}, 5 = 0,17 N m^{-2}, 6 = 0,22 N m^{-2}, 7 = 0,27 N m^{-2}, 8 = 0,39 N m^{-2}, 9 = 0,53 N m^{-2}, 10 = 0,68 N m^{-2}, 11 = 0,83 N m^{-2}). Aus MÖBES-HANSEN 1996 und MÖBES-HANSEN & WARINGER 1998.

lenitische Bereiche (0-0,15 N m^{-2}), wo ihre sackfömigen Fangnetze optimal funktionieren.

Die oben angeführten Beispiele zeigen, dass sich sämtliche Benthosorganismen in einem Spannungsfeld zwischen Strömungsexposition und der Minimierung von hydraulischem Stress bewegen. Da es viel Energie kostet, sich dem hydraulischen Stress der Strömung auszusetzen, spielen temporär aufgesuchte Refugialräume, wie z. B. der Strömungsschatten hinter Steinen oder die hyporheische Zone, eine große Rolle. Andererseits müssen sich dieselben Organismen, meist aus Gründen der Nahrungsaufnahme oder der Respirationsphysiologie, immer wieder diesem hydraulischen Stress stellen, wodurch wiederum die Wahrscheinlichkeit des ungewollten Abdriftens steil ansteigt. Der Begriff „Drift" bezeichnet in diesem Zusammenhang den Transport von Benthosorganismen durch die fließende Welle bachabwärts. Dieser Drifteintritt erfolgt wahrscheinlich nur sehr selten aktiv, da bei einer Verdriftung die Mortalitätsraten durch Fischprädation und mechanische Verletzungen stark ansteigen.

Viele Studien belegen, dass die organismische Drift nicht gleichmäßig über den Tag verteilt ist: meist sind die Driftdichten in der Nacht erhöht, ein Effekt, der sogar während der nur 15-20 Minuten andauernden Totalitätsphase einer Sonnenfinsternis beobachtet werden kann. In einer Untersuchung im Halterbach im Wienerwald (OBERRISSER 2009; OBERRISSER & WARINGER 2011) konnte gezeigt werden, dass diese Tag-Nacht-Periodizität stark von der Anwesenheit potentieller Fressfeinde modifiziert wird. Die Studie untersuchte in fischfreien Bachabschnitten die Auswirkungen der Anwesenheit von Feuersalamanderlarven, die nur von April bis August in den Bächen vorkommen, auf den Driftrhythmus von Eintagsfliegenlarven der Gattung *Baetis* und verglich diesen mit Driftrhythmen eines Bachabschnittes mit ganzjährigen Bachforellenvorkommen. Sind Fressfeinde anwesend, so dominieren nächtliche Driftmaxima die Driftzyklen (Abb. 28, mittlere und untere Grafik), weil das Abweiden der Algenüberzüge und andere Aktivitäten dann vornehmlich nachts erfolgen, um das Fressrisiko durch die optisch orientierten Räuber zu minimieren. Sind hingegen weder Feuersalamanderlarven noch Fische an der Probenstelle vorhanden, sind die Tag- und Nachtdriftraten viel ausgeglichener (Abb. 28, obere Grafik). Sehr wahrscheinlich spielen bei diesem flexiblen Verhalten Kairomone eine wichtige Rolle; diese Duftstoffe, die von Fischen, aber offenbar auch von Feuersalamanderlarven passiv an das Wasser abgegeben werden, signalisieren den Makrozoobenthosorganismen, dass potentielle Fressfeinde im Wohngewässer vorhanden sind.

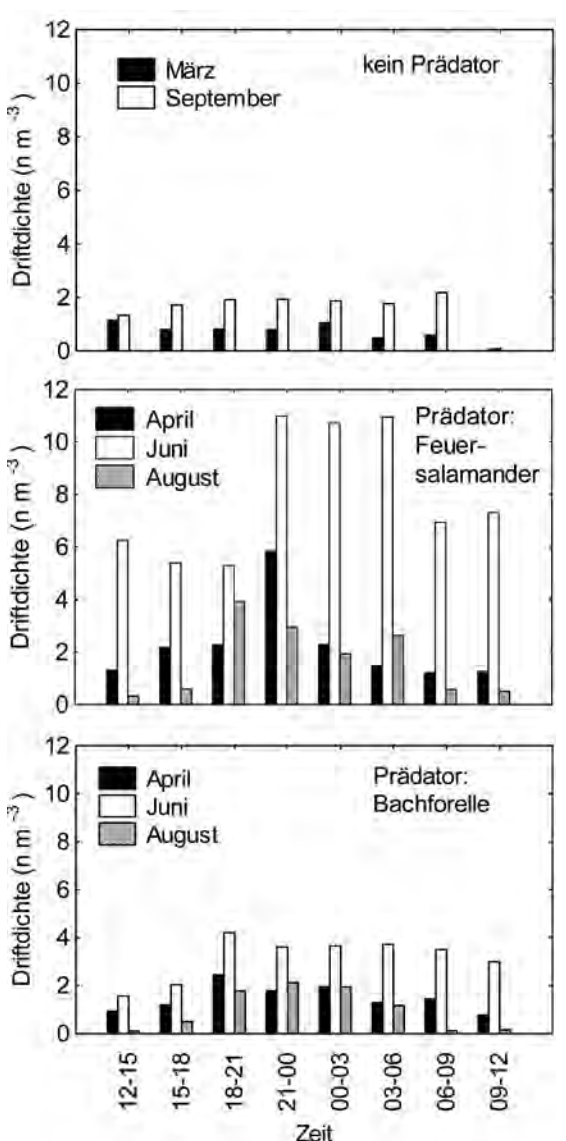


Abb. 28: Tag-Nacht-Driftperiodizität der Larven der Eintagsfliegengattung *Baetis* im Halterbach im Wienerwald. Obere Grafik: bei Abwesenheit eines potenziellen Räubers (Feuersalamander, Bachforelle) sind die Larven bei Tag und Nacht gleich aktiv und driften in denselben Dichten. Sind jedoch Feuersalamanderlarven in der Zeit von April bis August (mittlere Grafik) oder Bachforellen das ganze Jahr über an den jeweiligen Probenstellen vorhanden (untere Grafik), verlegen die Larven ihre Aktivitäten in die Nachtstunden, um besser vor ihren optisch orientierten Räubern geschützt zu sein (aus OBERRISSER & WARINGER 2011).

Totholzdämme

Neben der Sedimentoberfläche am Gewässergrund sind in den bewaldeten Einzugsgebieten mit ihrem reichen Bestandesabfall auch natürlich entstandene Dämme wichtige Strukturelemente für die Besiedlung. Sie bestehen in ihrem Kern aus Baumstämmen oder größeren Ästen, die im Bachbett oder am Ufer verankert sind und an die sich Feinholz und Laubpakete anlagern (Abb. 29). Diese Dämme sind Zentren der tierischen Besiedlung. In einem einzigen Damm von zwei Quadratmetern Grundfläche und einem Meter Höhe leben gleich viele Bachorganismen wie an der Sedimentoberfläche eines 40 Quadratmeter großen Bachabschnittes. Dabei sind diese Dämme keineswegs selten: auf einer Probestrecke von 750 Metern Länge wurden im Weidlingbach 27 Dämme gezählt, von denen die meisten über ein Jahr lang Bestand hatten, da kleinere Hochwasserspitzen keine großen Beschädigungen verursachen (Weigelhofer & Waringer 1999). Erst ein dreißig-



Abb. 29: Natürlicher Damm aus Totholzanlagerungen im Weidlingbach. Um einen am Ufer verankerten Baumstamm als zentrale Achse haben sich kleinere Äste zu einem dichten, teilweise überströmten und nährstoffreichen Maschenwerk angeordnet, das von zahlreichen wasser- und landlebenden Organismen besiedelt wird (Foto: Gabriele Weigelhofer).

jähriges Hochwasser im Juni 1997 mit einem Durchfluss von über 10 Kubikmetern pro Sekunde vernichtete fast alle Dämme auf der untersuchten Strecke. Das Hochwasser ließ lediglich drei besonders widerstandfähige Strukturen bestehen, legte aber gleichzeitig durch neu eingebrachte Baumstämme die Fundamente für neue Dämme. Derartige Dämme bieten ihren Bewohnern gute Habitatstrukturen und durch das aufgefangene Blattmaterial reichlich Nahrung. Teilt man die Dammkonstruktionen in vier Stockwerke, findet man im dritten Stockwerk, an der Grenze der mittleren Wasserspiegellage zum Luftraum, mit bis zu 2000 Individuen pro Kubikdezimeter die höchste Dichte an Organismen (Abb. 30). Diese Region wird von Filtrierern wegen der guten Durchströmung bevorzugt, driftende Tiere können hier wieder Fuß fassen und auch ufer- und landbewohnende Insekten nutzen diese Grenzflächen. Bachabwärts der Dämme bilden sich nach einiger Zeit strömungsberuhigte Kolke. Diese sind der bevorzugte Lebensraum der Feuersalamanderlarven, die in den fischfreien Ober- und Mittelläufen dieser Bachökosysteme die Räuber erster Ordnung darstellen. Die Larven profitieren an der Leeseite eines Dammes von der geringeren Strömung und von der hohen Dichte an Beutetieren in den Dämmen selbst. Auch Grasfrösche nützen häufig die Auskolkungen unterhalb von Dämmen zum Ablaichen.

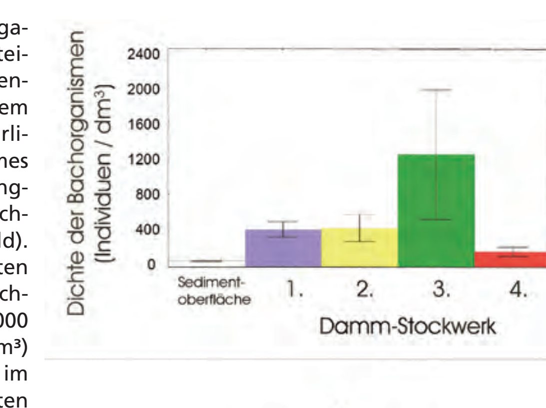




Abb. 30: Organismenverteilung im Lückenraumsystem eines natürlichen Dammes im Weidlingbach (Flysch-Wienerwald). Die höchsten Individuendichten (bis zu 2000 Tiere pro dm³) finden sich im dritthöchsten Stockwerk nahe der Wasseroberfläche (WEIGELHOFER & WARINGER 1999; WARINGER 2011).

Makrozoobenthos

Plattwürmer

Unter den Plattwürmern stellt die Turbellariengattung *Dugesia* die häufigsten Vertreter in den Wienerwaldbächen. Die Tiere sind graubraun bis dunkelbraun, etwa 1-2 cm lang, besitzen am Kopf zwei Pigmentbecherocellen und leben räuberisch. Die Fortbewegung erfolgt mit einem dichten Wimperkleid. Die Beute wird mit dem Geruchssinn aufgespürt, mit giftigem Schleim umhüllt und mit dem vorstülpbaren Rüssel mit Verdauungssekreten versehen. Die verflüssigte Nahrung wird aufgesaugt. Die Tiere halten sich bevorzugt auf der Unterseite größerer, flacher Steine in der Strömung auf.

Mollusken

Aquatische Molluskenarten sind ebenfalls häufige Bachbewohner; die Schneckenarten *Radix labiata* und *Galba truncatula* (Abb. 31) besitzen ein hochgetürmtes Gehäuse und ernähren sich von Algen, die sie mit ihrer Raspelzunge von Steinen abweiden. Sie können, im Schlamm eingegraben, längere Trockenzeiten überstehen. *G. truncatula* fungiert als Zwischenwirt des Leberegels, da sich die Larvenformen dieses Saugwurms im Schneckenkörper entwickeln. Daneben konnte ZIERITZ (2005) an 15 Sammelpunkten im Weidlingbach noch die Mützenschnecke *Ancylus fluviatilis* und die Quellschnecke *Bythinella austriaca* nachweisen. Neben diesen einheimischen Arten findet sich seit einigen Jahren auch ein Neubürger unter den Mollusken: es handelt sich um die Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*), die aus Neuseeland eingeschleppt wurde und z.B. im Weidlingbach maximale Dichten von 2000 Individuen pro Quadratmeter erreicht (ZIERITZ & WARINGER 2008). Die Ausbreitungsgeschichte dieser Art mit 5-6 mm Gehäusehöhe (Abb. 31) beginnt um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Vom Jahr 1859 datiert der erste europäische Nachweis aus der Themsemündung. Höchstwahrscheinlich wurden die Schnecken in Trinkwassertanks oder -fässern durch die in dieser Zeit eingerichteten regulären Clipperlinien verfrachtet. Die weitere Verbreitung über Europa erfolgte rasch, wobei Wasservögel, Wasserpflanzen, Fische oder Verschleppung

Abb. 31: Das Molluskeninventar des Weidlingbaches. Obere Reihe von links nach rechts: *Bythinella austriaca* (3 mm), *Galba truncatula* (5.5 mm), *Radix labiata* (14 mm), *Potamopyrgus antipodarum* (6 mm); untere Reihe von links nach rechts: *Ancylus fluviatilis* (5 mm), *Euglesa personata* (3.5 mm), *E. casertana* (5.5 mm). In Klammern sind die jeweiligen maximalen Gehäusehöhen angegeben. (Fotos: Alexandra Zieritz).

durch den Menschen (Haftenbleiben an Ausrüstungsgegenständen, Stiefeln und Fahrzeugen) die wahrscheinlichen Verbreitungsmedien waren: 1887 wurde die Art in der Wismarer Bucht nachgewiesen, 1898 war der Nordostsee-Kanal erreicht, 1913 die Baltische Staaten und die Niederlande, 1915 Dänemark, 1918 Frankreich, 1926 Finnland und 1930 Schweden. Die weitere Ausbreitungswelle erreichte 1947 Spanien, 1951 Rumänien und 1963 Italien. In Österreich wurde die neuseeländische Zwergdeckelschnecke erstmals 1975 im Bodensee nachgewiesen; 1984 erfolgten Nachweise in der Großen Tulln und 1985 erstmals auch für den Weidlingbach, wo die Beschränkung auf den Unterlauf eine Besiedlung über die Donau nahelegt (Abb. 32). Im Unterlauf erreichen die Wassertemperaturen im Sommer 23°C, und die offenen Ufer ermöglichen ein üppiges Algenwachstum an der Sedimentoberfläche – ideale Bedingungen für die Schnecke. Der Neubürger ist heute aus allen Bundesländern bekannt. Bedeutend ist die große ökologische Plastizität der Art, die Brackwasser und Süßwasser besiedeln kann. Weiters kann *P. antipodarum* ihr Gehäuse durch einen Deckel fest verschließen und sogar lebend den Darmkanal von Fressfeinden passieren; dies konnte bei Forellen, Schollen und Flussbarschen beobachtet werden. Die Ernährung erfolgt durch Abraspeln von Kieselalgenfilmen, fädigen Grünalgen und verrottendem Pflanzenmaterial. Da sich die Zwerg-

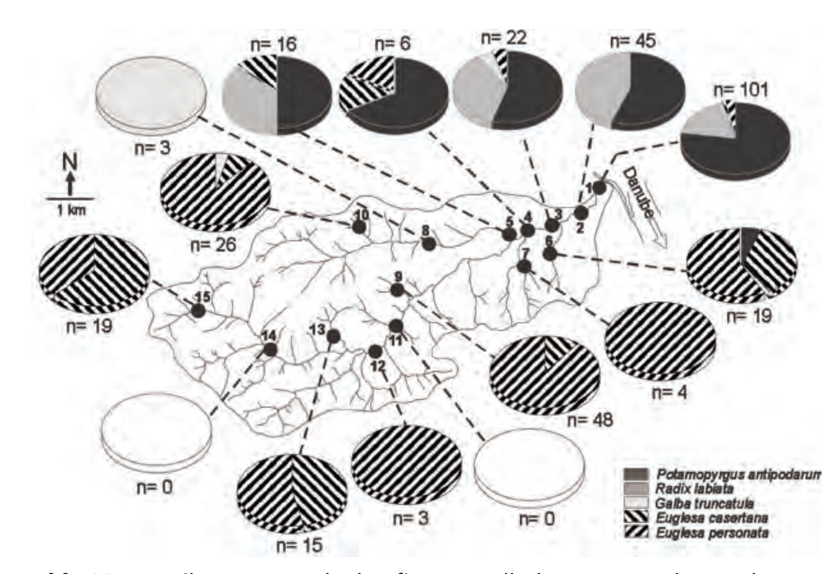


Abb. 32: Verteilungsmuster der häufigsten Mollusken an 15 Probenpunkten im Weidlingbach. Die Gastropoden dominieren in den mündungsnahen, die Muscheln in den quellnahen Bachabschnitten (aus Zieritz & Waringer 2008).



Abb. 33: Bachflohkrebse, wie *Gammarus fossarum*, tragen als Zerkleinerer wesentlich zum Abbau organischer Substanz bei und sind in Falllaub-Paketen besonders häufig anzutreffen.



Abb. 34: Der Steinkrebs *Austropotamobius torrentium* benötigt naturbelassene Bäche mit unterspülten Ufern und ein reich strukturiertes Bachbett als Lebensraum. (Foto: Martin Schletterer)



Abb. 35: Weibchen des Steinkrebses (*Austropotamobius torrentium*) mit angehefteten Eiern.

deckelschnecke das ganze Jahr über sowohl sexuell als auch durch Parthenogenese fortpflanzt, können rasch große Populationen aufgebaut werden. Theoretisch könnten aus einem einzigen Weibchen unter idealen Bedingungen in einem Jahr 300 Millionen Nachkommen hervorgehen (ZIERITZ 2005). Die Auswirkungen einer solchen Massenvermehrung sind natürlich enorm: in einigen Gewässern des Yellowstone-Nationalparks sind Dichten von 750000 Tieren pro Quadratmeter gezählt worden; durch bloße Platz- und Nahrungskonkurrenz können dadurch einheimische Tier- und Pflanzenarten zum Verschwinden gebracht werden, über das Nahrungsnetz können die Neubürger aber auch die Fischfauna stark beeinträchtigen. Neben mechanischem Entfernen werden zur Kontrolle der neuseeländischen Zwergdeckelschnecke zunehmend biologische Kontrollmethoden wie z.B. die Infektion mit einem nur bei dieser Art parasitierenden Strudelwurm erwogen.

Die bevorzugten Besiedlungssubstrate der Gastropoden im Weidlingbach waren Grobkies und Blockwerk bei Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 0.4 m s^{-1}. Im Gegensatz dazu sind die beiden Muschelarten des Weidlingbaches (*Euglesa casertana*, *E. personata*; Abb. 31) Feinsedimentbewohner, die sandige Bachabschnitte bevorzugen. Auf Einzugsgebietsebene erreichten *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix labiata* und *Ancylus fluviatilis* ihre höchsten Abdundanzen in den Flussordnungen 3 und 4, charakterisiert durch Grobsediment und dichten Fadenalgenbewuchs, während *Bythinella austriaca* und die beiden Muschelarten die quellnahen Standorte (Flussordnungszahl 1 und 2) mit detritusreichem Feinsediment bevorzugten (ZIERITZ & WARINGER 2008).

Krebstiere

Häufige Vertreter der Krebstiere stellen die Bachflohkrebse (Amphipoda) dar (Abb. 33). In Blattpaketen und strömungsarmen Abschnitten der Wienerwaldbäche kommen diese Tiere oft massenhaft vor, wobei die Art *Gammarus fossarum* die Ober- und Mittelläufe, *Gammarus roeselii*, kenntlich an den Rückenstacheln, die Unterläufe bewohnt. Beide Arten arbeiten als Zerkleinerer das reichlich vorhandene Fallaub auf und machen es damit für die übrige Biozönose verfügbar. Aus der Ordnung der Asseln kommt die in stehenden Gewässern sehr häufige Wasserassel (*Asellus aquaticus*) nur ausnahmsweise an strömungsberuhigten abgeschnittenen Seitenarmen oder stagnierenden Uferbuchten mit Detritusauflage vor. Häufiger ist jedoch die blinde und farblose Grundwasserassel *Proasellus*, die im Lückenraumsystem der Bachsedimente die unteren Stockwerke bis zum Übergang zum Grundwasserraum besiedelt.

Ein markanter Bewohner der Sedimentoberfläche ist der in Flyschbächen nicht allzu seltene Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*; Abb. 34), ein nachtaktiver Allesfresser, der sich tagsüber unter unterspülten Uferabschnitten und unter hohl aufliegenden Steinen versteckt. Die Paarung erfolgt im Spätherbst; die Weibchen tragen bis zum Schlüpfen der Jungtiere im Mai die Eier an der Hinterleibsunterseite mit (Abb. 35). Die einheimischen Krebsarten werden leider zunehmend von eingeführten Arten aus Nordamerika verdrängt, die oft konkurrenzstärker sind und vor allem gegen die

Tab. 3: Inventar der Eintagsfliegen des Eberhardsbaches, Mauerbaches, Marleitenbaches und Weidlingbaches (Baumgartner 1996; Baumgartner & Waringer 1997; Eisendle 1998; Eisendle & Waringer 1999; Möbes-Hansen 1996; Möbes-Hansen & Waringer 1998; Panzenböck 1995; Panzenböck & Waringer, 1997; Waringer 1996; Waringer & Waringer 2013).

Baetis muticus (Linnaeus 1758)
Baetis rhodani (Pictet 1843-1845)
Baetis vernus Curtis 1834
Centroptilum luteolum (Müller 1776)
Rhithrogena picteti Sowa 1971
Ecdyonurus starmachi Sowa 1971
Ecdyonurus torrentis Kimmins 1942
Electrogena ujhelyii (Sowa 1981)
Ephemerella ignita (Poda 1761)
Ephemerella major (Klapálek 1905)
Ephemerella mucronata (Bengtsson 1909)
Habroleptoides confusa Sartori & Jacob 1986
Habrophlebia fusca (Curtis 1834)
Habrophlebia lauta Eaton 1884
Paraleptophlebia submarginata (Stephens 1835)
Ephemera danica Müller 1764
Caenis sp.



Abb. 36: Die Larven der Eintagsfliegen-arten *Electrogena ujhelyii* (links) und *Rhithrogena picteti* (rechts, mit dunklen Flügelscheiden) aus dem Marleitenbach im Wienerwald.

Krebspest, eine Pilzerkrankung, immun sind, diese aber übertragen können. So wurde z.B. in weiten Teilen des Wienflusses der Steinkrebs durch den eingeführten Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) verdrängt.

Insekten

Unter den aquatischen Insekten sind die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) mit zahlreichen Arten in den Wienerwaldbächen vertreten (Tab. 3; Baumgartner 1996; Baumgartner & Waringer 1997; Eisendle 1998; Eisendle & Waringer 1999; Möbes-Hansen 1996; Möbes-Hansen & Waringer 1998; Panzenböck 1995; Panzenböck & Waringer 1997; Waringer 1996; Waringer & Waringer 2013). Die Larven der abgeplatteten, strömungsliebenden Gattungen *Ecdyonurus*, *Electrogena* und *Rhithrogena* (Abb. 36) gehören zum Lebensformtypus der Klammerer, die sich mit ihren großen, gebogenen Tarsalkrallen selbst in starker Strömung auf den Steinen stationär halten und dort den Biofilm abweiden können (Bauernfeind & Humpesch 2001). Beispiele für einen kletternden Lebensformtyp stellen die *Ephemerella*-Arten oder *Baetis muticus* dar, während z.B. *Habroleptoides confusa* zu den kriechenden Formen zählt, die nur auf den obersten Schichten des Feinsediments leben, um die Kiemen frei von Partikeln zu halten. Besonders eindrucksvoll sind die grabenden Formen wie z.B. die Gattung *Ephemera*. Diese Larven weisen einzigartige Umwandlungen der normalerweise bei den Ephemeroptera unscheinbar ausgebildeten Mandibeln auf (Abb. 37). Diese sind, wie ihre Vorderbeine, zu Grabwerkzeugen umgebildet und dienen den Tieren zur Anfertigung U-förmiger Röhren im Bachsediment. Die darin sitzenden Individuen erzeugen mit wellenartigen Bewegungen des Hinterleibes einen Wasserstrom, der feines organisches Nahrungsmaterial von vorne ansaugt und das verbrauchte Atemwasser am Hinterende des Wohntunnels wieder ausstößt. Ihre

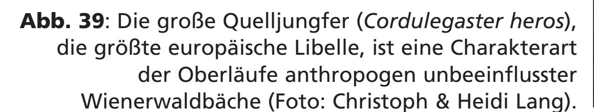


Abb. 37: Larve der Eintagsfliegengattung *Ephemera*. Deutlich sind die dolchfömigen Mandibelfortsätze erkennbar, die den Kopf vorne überragen und zum Graben dienen.




Abb. 38: Subimago von *Ephemera* sp.




Abb. 39: Die große Quelljungfer (*Cordulegaster heros*), die größte europäische Libelle, ist eine Charakterart der Oberläufe anthropogen unbeeinflusster Wienerwaldbäche (Foto: Christoph & Heidi Lang).

gesamte Körperorganisation ist an diese Lebensweise angepasst: die Tiere sind drehrund und ihre Kiemen liegen federförmig auf der Körperoberseite. Die in Wienerwaldbächen häufige Art *Ephemera danica* weist dolchartige Kiefer mit nach außen gebogenen Enden auf, die auch für die drei weiteren österreichischen Arten typisch sind. Die Larven besitzen weiters abdominale Kiemen sowie drei lange Schwanzanhänge. Die schwarmbildenden und kurzlebigen Adulttiere nehmen keinerlei Nahrung mehr auf und besitzen stark reduzierte Mundwerkzeuge (Abb. 38).

Neben den Feuersalamanderlarven repräsentieren in den fischfreien Ober- und Mittelläufen die Larven der Quelljungfern (*Cordulegaster*) die Räuber erster Ordnung und stellen gleichzeitig Charaktertiere der Wienerwaldbäche dar: die als Imago größte europäische Libellenart *Cordulegaster heros*, deren taxonomische Stellung erst 1979 vom Oberösterreicher Theischinger geklärt wurde (Abb. 39), und *Cordulegaster (Thecagaster) bidentata*. Die Larven beider Arten bewohnen sandige und schlammige Abschnitte an Bächen mit vorwiegend pluvionivalem Abflussregime (Abb. 40), an denen im Mai und Juni auch die Weibchen bei der Eiablage beobachtet werden können. Im Detail unterscheiden sich die Brutgewässeransprüche beider Arten aber doch deutlich voneinander, wie durch die Untersuchungen von Lang (1999), Müller (1999) und Lang et al. (2001, 2007) gezeigt werden konnte. Die Larven von *C. bidentata* bevorzugen die quellnahen Abschnitte der Wienerwaldbäche und sind an Gewässerabschnitten erster Flussordnung signifikant häufiger als *C. heros* -Larven. Typische Kennwerte von *C. bidentata*- Biotopen sind Schüttungen ≤ 3,2 Liter s^{-1}, ein Gefälle bis zu 150 Promille und hohe Anteile an der Mittelsandfraktion (Korngröße 0,2-0,6 mm). Aufgrund des geologischen Untergrundes und der Quellnähe zeichnen sich solche Standorte durch hohe Leitfähigkeitswerte und Härtegrade aus (bis zu 1100 µS cm^{-1} und 34°dH). Im Gegensatz dazu bevorzugt *C. heros* Bachabschnitte zweiter Flussordnung mit Durchflüssen von 0,25-6 Litern s^{-1}, mittleren Gefällewerten von ca. 50 Promille und Sedimenten mit signifikant niedrigeren Feinsedimentanteilen. Aufgrund der höheren Quellentfernungen und der Kalkausfällungen in Quellnähe sind die Leitfähigkeitswerte und Gesamthärten an solchen Bachabschnitten bereits deutlich herabgesetzt (bis zu 909 µS cm^{-1} und 26 °dH). Auch bezüglich der Wassertiefen und der Strömungsverhältnisse zeigen sich bei *C. heros* und *C. bidentata* signifikante Unterschiede (Tab. 4). Die Verbreitungsschwerpunkte beider Arten sind jedoch stets durch längere Strecken mit syntopem Vorkommen, wenn auch bei geringer Abundanz, verbunden. Die Vorkommen beider Arten können der Salamanderregion *sensu* Thiesmeier (1992) zugezählt werden. Aufgrund der mehrjährigen Entwicklungszeit überlappen sich die

Tab. 4: Biotoppräferenzen der Großen Quelljungfer (*Cordulegaster heros*) und der Gestreiften Quelljungfer (*C. bidentata*) im Weidlingbach (Wienerwald). Die Larvendichten in Bachabschnitten erster und zweiter Flussordnung unterschieden sich bei *C. bidentata* hoch signifikant (n= 120; Kruskal-Wallis-ANOVA; p = 0,001), waren bei *C. heros* aber nicht signifikant (n = 120; p> 0,05). Dichteunterschiede zwischen Sammelpunkten zweiter und dritter/vierter Flussordnung waren für beide Arten hoch signifikant (p = 0,007; aus LANG et al. 2007).

Parameter	Brutgewässerqualität (*C. bidentata* / *C. heros*) Hoch	Mittel	Schlecht
Mittlere Larvendichte (n pro Meter Uferlänge ± 95% CL)	4,13 ± 1,20 / 7,84 ±2,26	2,27 ± 1,39 / 6,16 ±2,00	0,0 / 0,0
Jährliche Spannweite der Wassermaximaltiefen (cm)	6-27 / 8-30	8-30 / 6-27	35-70 / 35-70
Jährliche Spannweite der Wassertemperaturen (°C)	0-18 / 0-18	0-18 / 0-18	0,5-20 / 0,5-20
Jährliche Spannweite der Schüttung ($l\ s^{-1}$)	0,1-3,2 / 0,3-6	0,3-6 / 0,1-3,2	7,5-195 / 7,5-195
Jährliche Spannweite der Wasserhärte (°dH)	17,0-34,0 / 16,4-28,0	16,4-28,0/17,0-34,0	17,0-22,0 / 17,0 -22,0
Jährliche Spannweite der Leitfähigkeit ($\mu S\ cm^{-1}$)	545-1100 / 480-909	480-909 / 545-1100	620-760 / 620-760
Jährliche Spannweite der Bachbreite (m)	0,15-2,47 / 0,51-3,40	0,51-3,40 / 0,15-2,47	1,24-9,25 / 1,24-9,25
Flussordnungszahl nach Strahler	1 / 2	2 / 1	3-4 / 3-4

Kohorten stark und es sind zu jedem Zeitpunkt stets mehrere Larvenstadien zugleich an den Probestellen vorhanden. Die Larven der Quelljungfern zeichnen sich durch eine grobe Bezahnung der Seitenlappen der Fangmaske aus (Abb. 41).

Während der Wintermonate suchen sich die Larven der beiden *Cordulegaster*-Arten um ca. 50% tiefere Mikrohabitate als im Sommer aus, wie anhand einer hochsignifikanten negativen Korrelation zwischen Wassertemperatur und Wassertiefe an den Larvenorten gezeigt werden konnte. Dieses Verhalten kann als Schutzmaßnahme vor dem Einfrieren interpretiert werden, da bei gleichen Strömungsverhältnissen die Eisbildung an flachen Bachstellen zuerst einsetzt. Sehr auffäl-

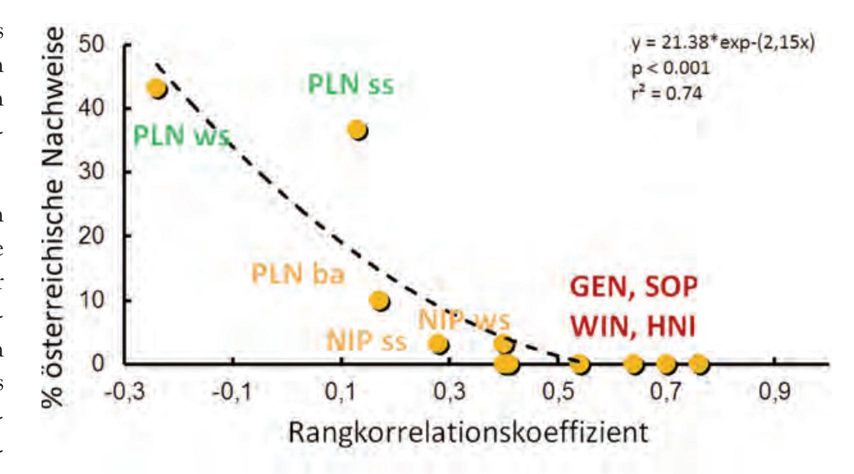


Abb. 40: Abflussregimetypen von *Cordulegaster*-Brutgewässern. Pluvionivale Regimes werden bevorzugt, da in diesen Einzugsgebieten die jährlichen Hochwasserwellen bereits abgeklungen sind und sich stabile Niedrigwasserphasen mit Feinsedimentakkumulationen aufbauen konnten. PLN = pluvionival, NIP = nivopluvial, GEN = gemäßigt nival, SOP = sommerpluvial, WIN = winternival, HNI = herbstnival, ws = winterstark, ss = sommerstark, ba = ausgeglichen.



Abb. 41: Die Larven der Quelljungfern sind Charaktertiere der Oberläufe naturbelassener Wienerwaldbäche; sie erreichen im letzten Stadium knapp fünf Zentimeter Gesamtlänge. Die Larven sind Lauerjäger: nur die Spitze des Hinterleibs wird zum Atmen und der Kopf mit der vorschnellbaren Fangmaske zum Beutefang aus dem Sand gestreckt, der restliche Körper ist sedimentbedeckt. Erbeutet werden vor allem Bachflohkrebse, Insektenlarven und Feuersalamanderlarven.

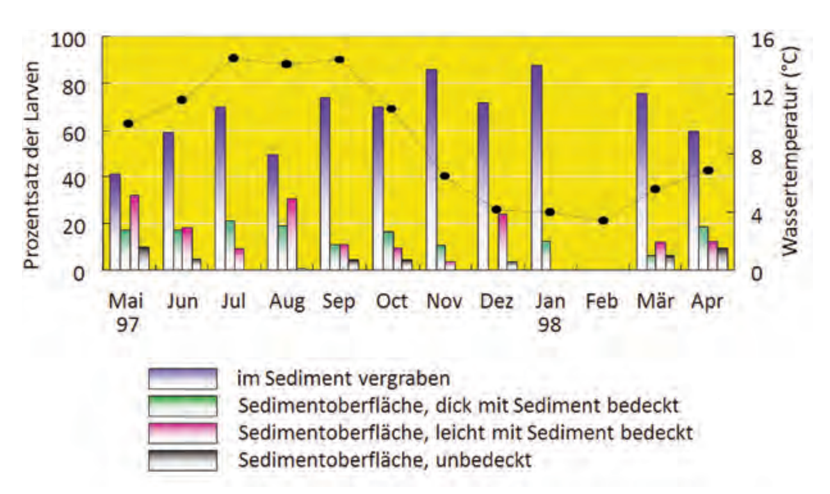


Abb. 42: Die Larven von *Cordulegaster heros* sind als Lauerjäger großteils tief im Sediment eingegraben, besonders im Winterhalbjahr.

lig ist auch das ausgeprägte Grabverhalten der beiden Arten (Abb. 42). LANG (1999) fand bei jedem Probenahmetermin 70-100 % der Larven von *C. bidentata* und 41-90 % der Larven von *C. heros* in Feinsediment (0,2-0,6 mm) grabend vor, wobei die Tiere entweder vollständig von Sediment bedeckt waren oder die typische Lauerstellung zeigten, bei der nur der Kopf und die Analpyramide sichtbar blieb. Sogar die Häutungen finden im Sandsubstrat statt. Dislozierte Larven benötigen nur 1-2 Minuten, um sich wieder einzugraben, wobei die Mittel- und Hinterbeine und das Abdomen eingesetzt werden. Während der Wintermonate war der Anteil an vergrabenen Larven signifikant höher als im Sommer und die Larven bis zu 4 cm tief eingegraben (LANG et al. 2001). Die Imagines der *Cordulegaster*-Arten zählen zu den größten einheimischen Odonaten. *C. heros* und *C. bidentata* sind späte Frühlingsarten und schlüpfen Ende Mai bis Anfang Juni in einer nur kurzen Emergenzperiode, wobei *C. bidentata* um durchschnittlich sieben Tage früher auftritt als *C. heros*. Die Larven wählen für die Emergenz ufernahe Vegetationselemente mit einer mittleren Vertikalentfernung von 1,2-1,5 m und einer Horizontalentfernung von 2,3-3,0 m von der Wasseranschlagslinie. Bei Vorhandensein von Strukturen wie Ästchen, Blättern oder Astnarben werden diese bevorzugt zum Schlüpfen aufgesucht, wobei die Larvenhaut zurückbleibt (Abb. 43). Nach einer Reifungszeit von rund zwei Wochen, in der die Libellen auch an gewässerfernen Waldlichtungen oder besonnten Güterwegen anzutreffen sind, kehren die geschlechtsreifen Adulttiere zu den Brutgewässern zurück. Die Männchen von *C. bidentata* fliegen bevorzugt über Bächen mit einer Maximalbreite von 200 cm bachaufwärts, seitlich der Bachkante kehren die Männchen in schnellem Flug zu ihrem Ausgangspunkt zurück (LANG et al. 2007). *C. heros*-Männchen überfliegen Bäche mit Maximalbreiten bis zu 350 cm und fliegen sowohl bachaufwärts als auch bachabwärts in gleicher Frequenz; der Richtungswechsel erfolgt vor Hindernissen wie z. B. Totholzdämmen oder über den Bach ragender Strauchvegetation. Die Flughöhe korreliert positiv mit der Gewässerbreite und der Anzahl an vorhandenen natürlichen Dammstrukturen im Gewässer. Die Jagdflüge erfolgen mit erhöhter Geschwindigkeit und größerer Entfernung vom Boden. Die Kopula dauert mindestens 40 Minuten und findet in der Ufervegetation statt. Nach der Paarung suchen die Weibchen ohne Begleitung der Männchen schwach überströmte, zwei bis vier Zentimeter tiefe Stellen im Gewässer auf, um dort mit Hilfe ihres kräftigen Ovipositors Eier in das Substrat zu versenken (Abb. 44). Die Frequenz der Einstiche liegt bei beiden Arten zwischen ein bis zwei Einstichen pro Sekunde, die Anzahl der Ablegebewegungen kann an günstigen Stellen über 100 betragen (MÜLLER 1999). Neben den beiden *Cordulegaster*-Arten kommen an den Bächen des Wienerwaldes regelmäßig, wenn auch in verringerter Abundanz, *Calopteryx virgo* (Abb. 45), *C. splendens*, *Coenagrion puella*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Aeshna cyanea*, *A. isosceles*, *A. mixta* und *Sympetrum vulgatum* vor (LANG et al. 2001).

Die Larven der stammesgeschichtlich alten Insektenordnung der Steinfliegen oder Plecoptera besitzen nur zwei Schwanzanhänge, und abdominale Kiemen fehlen (Abb. 46). Die Larven sind teils räuberisch, teils ernähren sie sich als Zerkleinerer von partikulärer organischer Substanz oder als Weidegänger. Die Imagines sind schlechte Flieger oder überhaupt flugunfähig, da einige Arten kurzflügelig sind (Abb. 47). Die Tiere halten sich meist in der Ufervegetation der Wohngewässer auf und lösen das Problem der Partnerfindung durch Lauterzeugung. Mit dem vibrierenden Hinterleib, der oftmals mit einer Bauchblase als Resonanzkörper ausgestattet ist, werden Uferstrukturen betrommelt (Abb. 48). Dabei schlägt jede Art ihren eigenen Rhythmus an, wobei das in der Regel aktivere Männchen vagabundierend die Gegend durchstreift und regelmäßige Trommelgeräusche und -vibrationen erzeugt. Die Weibchen nehmen die Schallschwingungen mit den Fußgliedern wahr und antworten, auf der Stelle verharrend, in der gleichen Weise, allerdings in einer für Weibchen typischen Variante. Dieser Dialog wird so lange fortgesetzt, bis sich die Partner ertasten und eine Verfehlung ausgeschlossen ist. Die Trommelsignale, die im Freiland bei größeren Arten ohne Verstärkung wahrgenommen werden, können im Labor aufgezeichnet und in Form von Oszillogrammen dargestellt werden. Langzeitig isolierte Populationen von Steinfliegen wurden von RUPPRECHT (1969, 1997) untersucht. Seine Ergebnisse zeigen, dass diese Isolate im Laufe der Zeit eigene „Dialekte" entwickelt haben. Trotz morphologischer Identität können demnach die Geschlechter gewisser Vertreter des weit verbreiteten *Capnia bifrons*-Komplexes in Europa durch



Abb. 43: Exuvie der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata*, Dorsalansicht.

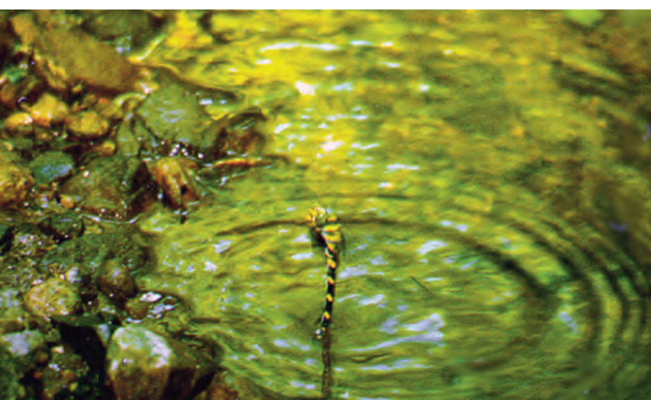


Abb. 44: Weibchen der Quelljungfer bei der Eiablage (Foto: Christoph & Heidi Lang).



Abb. 45: Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*).



Abb. 46: Larven der Steinfliegengattungen *Brachyptera* (großes Tier), *Leuctra* (Mitte) und *Nemoura* (links).



Abb. 47: Kurzflügeliges Männchen der Steinfliege *Capnia nigra* (Foto: Wolfram Graf).

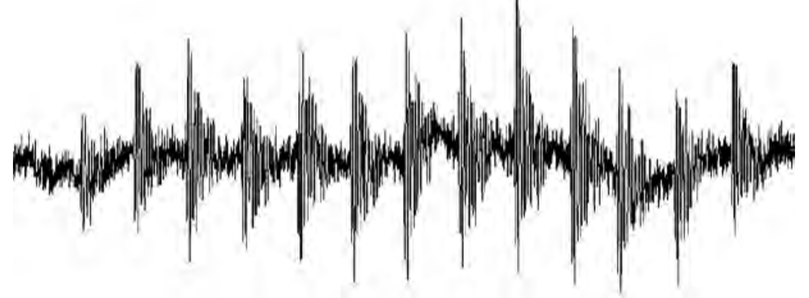


Abb. 48: Sonogramm der Trommelgeräusche einer Steinfliege (Aufnahme: Wolfram Graf).

Tab. 5: Inventar der Steinfliegen des Eberhardsbaches, Mauerbaches, Marleitenbaches und Weidlingbaches (Baumgartner 1996; Baumgartner & Waringer 1997; Eisendle 1998; Eisendle & Waringer 1999; Möbes-Hansen 1996; Möbes-Hansen & Waringer 1998; Panzenböck 1995; Panzenböck & Waringer, 1997; Waringer 1996; Waringer & Waringer 2013).

Art
Brachyptera risi (Morton 1896)
Amphinemura standfussi (Ris 1902)
Nemoura cambrica Stephens 1836
Nemoura cinerea (Retzius 1783)
Nemoura flexuosa Aubert 1949
Nemoura marginata Pictet 1835
Nemoura sciurus Aubert 1949
Protonemura auberti Illies 1954
Leuctra braueri Kempny 1898
Leuctra digitata Kempny 1899
Leuctra hippopus Kempny 1899
Leuctra nigra (Olivier 1811)
Leuctra prima Kempny 1899
Leuctra pseudosignifera Aubert 1954
Capnia bifrons (Newman 1839)
Capnia nigra (Pictet 1833)
Perla sp.
Isoperla grammatica (Poda 1761)
Isoperla tripartita Illies 1954
Chloroperla sp.
Siphonoperla neglecta (Rostock 1881)



Abb. 49: Wasserläufer der Gattung *Gerris*.

Trommelgeräusche nicht mehr zueinander finden und müssen daher als eigene Biospezies angesehen werden. Eine Übersicht der Steinfliegenfauna des Eberhardsbaches, Mauerbaches, Marleitenbaches und Weidlingbaches zeigt die Tab. 5.

Als hochspezialisierte Bewohner des Oberflächenhäutchens besiedeln die Bachwasserläufer der Gattung *Velia* langsam fließende Bachabschnitte und Kolke, oft im Unterwasser von Totholzdämmen. Diese Wanzen sind kälteresistent und können im Winterhalbjahr an eisfreien Bachstellen beobachtet werden. Obwohl die Beute meist aus ertrinkenden Landinsekten an der Wasseroberfläche besteht, kann die Gattung *Velia* tauchen und auch unter Wasser jagen. Die Beute wird mit dem langen Saugrüssel angestochen und ausgesaugt. An ruhigen Buchten und in den ufernahen Abschnitten



Abb. 50: Die Larven der räuberischen Köcherfliegenarten *Rhyacophila fasciata* (oben) und *Rhyacophila hirticornis* (unten) bauen keine Köcher, spinnen aber bisweilen einen Sicherungsfaden, der sie vor dem Abdriften schützt.



Abb. 51: Kopf und Prothorax der Larve von *Hydropsyche saxonica*.



Abb. 52: Larve von *Hydropsyche instabilis*.



Abb. 53: *Hydropsyche* sp., Fangnetz (Foto: Wolfram Graf).



Abb. 54: Larve der Köcherfliege *Plectrocnemia conspersa*.

von Bachaufweitungen werden die Bachwasserläufer von den Wasserläufern der Gattung *Gerris* abgelöst, die ihre Nahrung ebenfalls auf der Wasseroberfläche erbeutet, aber nicht tauchen kann (Abb. 49).

Die Köcherfliegen (Trichoptera) zählen mit 309 einheimischen Arten zu unseren mittelgroßen Wasserinsektengruppen. Der umgangssprachliche Name „Wassermotten" deutet auf die vielen Übereinstimmungen im Körperbau und die engen verwandtschaftlichen Beziehungen zur Ordnung der Schmetterlinge hin. Rund drei Viertel der wasserlebenden Larven des einheimischen Arteninventars zeichnen sich durch sehr auffällige, transportable Gehäuse aus. Diese Köcher schützen einerseits den weichen Hinterleib, dienen aber auch zur Kanalisierung des Atemwasserstromes, der bei Stillwasserarten durch wellenförmige Bewegungen des Hinterleibs durch den Köcher und vorbei an den fadenförmigen Tracheenkiemen gepumpt wird. Zum Bau des Köchers sind die Larven auf ihr Spinnvermögen angewiesen: Zwei lange, schlauchförmige Drüsen münden an einem griffelförmigen Spinnfinger der Mundwerkzeuge aus und liefern den Faden zum Köcherbau (WARINGER & GRAF 2011). Die Artenzahl der Trichoptera der Wienerwaldbäche ist beträchtlich: SCHEIBLREITER (1982) wies in seiner Dissertation im Einzugsgebiet der Großen Tulln 90 Arten (ohne Einbeziehung von Einzelfunden) nach, wobei allerdings die Gewässerabschnitte im Tullnerfeld inkludiert sind. Im Eberhardsbach, Mauerbach, Marleitenbach und Weidlingbach konnten durch Emergenzfallen 25 Arten regelmäßig nachgewiesen werden (BAUMGARTNER 1996; BAUMGARTNER & WARINGER 1997; EISENDLE 1998; EISENDLE & WARINGER 1999; MÖBES-HANSEN 1996; MÖBES-HANSEN & WARINGER 1998; PANZENBÖCK 1995; PANZENBÖCK & WARINGER, 1997; WARINGER 1996; WARINGER & WARINGER 2013; Tab. 6). Köcherfliegenarten, die stärker strömende Bachabschnitte in den Wienerwaldbächen bevorzugen, sind die räuberischen Larven von *Rhyacophila fasciata* und *R. hirticornis* (Abb. 50) sowie die Arten *Hydropsyche saxonica* (Abb. 51) und *Hydropsyche instabilis* (Abb. 52), Räuber und Partikelfiltrierer, deren Hochgeschwindigkeits-Fangnetze erst bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten, ab etwa 0,4 m s^{-1}, optimal funktionieren (Abb. 53). Ein häufiger Bewohner ruhig fließender Bachstrecken ist hingegen die Larve der Köcherfliege *Plectrocnemia conspersa* (Abb. 54), deren bis zu 20 Zentimeter langes, beutelförmiges Fangnetz für niedrige Strömungsgeschwindigkeiten von 0,1 bis 0,2 m s^{-1}ausgelegt ist (Abb. 55). Auch die Larven vieler Köcherfliegenarten mit röhrenförmigen Köchern sind oft an strömungsberuhigten Bachabschnitten anzutreffen. Hierzu

Tab. 6: Inventar der Köcherfliegen des Eberhardsbaches, Mauerbaches, Marleitenbaches und Weidlingbaches (Baumgartner 1996; Baumgartner & Waringer 1997; Eisendle 1998; Eisendle & Waringer 1999; Möbes-Hansen 1996; Möbes-Hansen & Waringer 1998; Panzenböck 1995; Panzenböck & Waringer, 1997; Waringer 1996; Waringer & Waringer 2013).

Art
Rhyacophila fasciata Hagen 1859
Rhyacophila hirticomis McLachlan 1879
Synagapetus krawanyi Ulmer 1938
Glossosoma conformis Neboiss 1963
Philopotamus variegatus (Scopoli 1763)
Wormaldia sp.
Hydropsyche saxonica McLachlan 1884
Hydropsyche instabilis (Curtis 1834)
Plectrocnemia conspersa (Curtis 1834)
Lype reducta (Hagen 1868)
Tinodes rostocki McLachlan 1878
Tinodes unicolor (Pictet 1834)
Chaetopteryx fusca Brauer 1857
Chaetopteryx major McLachlan 1876
Halesus digitatus (Schrank 1781)
Halesus radiatus (Curtis 1834)
Halesus tesselatus (Rambur 1842)
Potamophylax cingulatus (Stephens 1837)
Potamophylax nigricornis (Pictet 1834)
Potamophylax rotundipennis (Brauer 1857)
Silo pallipes (Fabricius 1781)
Lepidostoma hirtum (Fabricius 1775)
Mystacides nigra Linnaeus 1758
Sericostoma personatum Kirby & Spence 1826
Ernodes articularis (Pictet 1834)



Abb. 55: *Plectrocnemia conspersa* errichtet ihr bis zu 20 Zentimeter langes Fangnetz an langsam strömenden Bachabschnitten.



Abb. 56: Köcher letzter Larvenstadien von *Potamophylax rotundipennis* (**a**) und *Chaetopteryx major* (**b**).

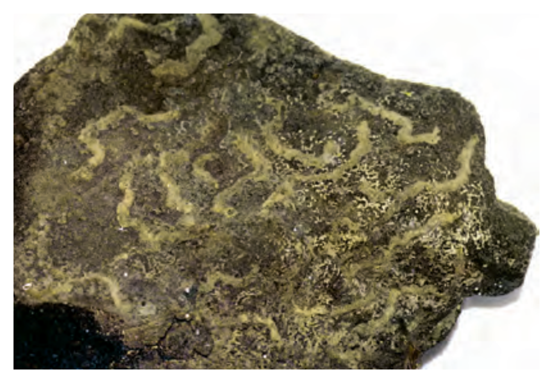


Abb. 57: Die gewundenen Gespinstgalerien der Köcherfliege *Tinodes unicolor* sind an der Oberfläche größerer Steine festgesponnen.

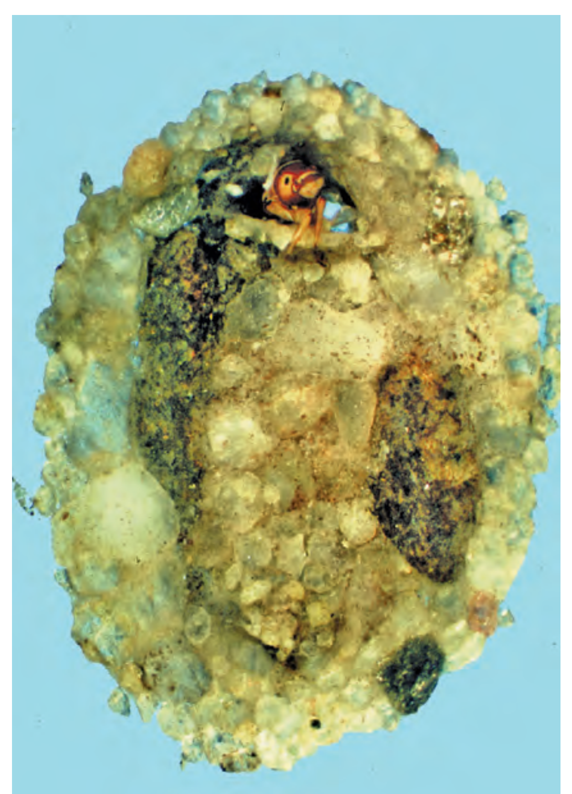


Abb. 58: *Synagapetus krawanyi*, Köcher mit Larve von der Unterseite. Außen herum ist die hutkrempenartige Wandung des unteren Köcherstockwerkes zu sehen. Die Larve blickt durch die vordere Falltür aus dem oberen Köcherstockwerk nach unten; die halbkreisförmige hintere Falltür hat sich durch die Elastizität von Spinnseidensträngen selbsttätig geschlossen.



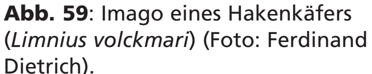


Abb. 59: Imago eines Hakenkäfers (*Limnius volckmari*) (Foto: Ferdinand Dietrich).



Abb. 60: Die asselförmige Larve des Hakenkäfers *Elmis maugetii* ist ein häufiger Besiedler der Bachsohle im gesamten Längsverlauf; Fadenalgenbestände und Moosbüschel werden als Mikrohabitate bevorzugt (Foto: Ferdinand Dietrich).

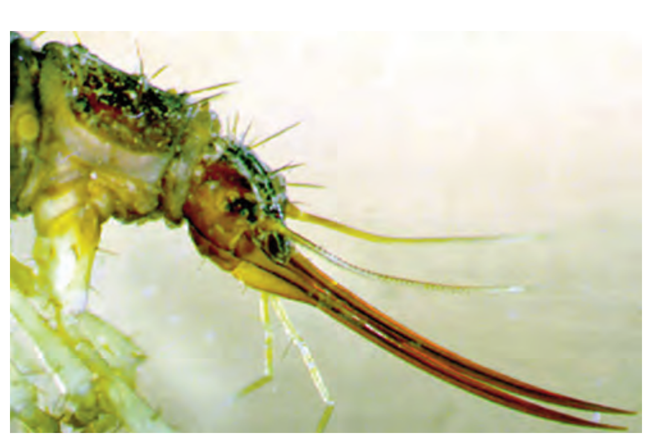


Abb. 61: Erstes Brustsegment, Kopf und Saugstilette der Larve des Bachhaftes *Osmylus fulvicephalus*.

zählen die häufigen Arten *Potamophylax rotundipennis* mit ihren sackförmigen Köchern aus Sandkörnern, *Chaetopteryx major* mit ihren Mischköchern aus mineralischen Bestandteilen und Detrituspartikeln (Abb. 56) und, selten im Marleitenbach nachgewiesen, die Leptoceridae *Mystacides nigra*. Charakteristisch für die Arten der Köcherfliegenfamilie Psychomyiidae ist das Bauen von gewundenen, galerieartigen Tunneln auf der Oberseite von Hartsubstraten, in denen die Larven leben (Abb. 57). Von diesen Schutzbauten aus werden Aufwuchs und Algenbeläge abgeweidet. Neben ihrer Funktion als Schutzeinrichtung gegen mechanische Einflüsse steuern diese Tunnels auch die Fließrichtung des Wassers, gewährleisten die Sauerstoffversorgung und kanalisieren den Abtransport von Stoffwechselprodukten. Als Unterlagen für die Galerien bevorzugt *Tinodes unicolor* mineralische Oberflächen, während *Lype reducta* ausschließlich an submersen Totholzablagerungen im Bach vorkommt und sich von Holz und den damit assoziierten Bakterien und Pilzen ernährt. Die vielleicht extravaganteste Behausung unserer einheimischen Köcherfliegenlarven besticht nicht durch ihre imponierende Größe – sie ist nur rund 8 mm lang – sondern durch ihren zweistöckigen Aufbau (Abb. 58): die schildkrötenpanzerförmigen Sandköcher der Gattung *Synagapetus* (z.B. *S. krawanyi*) besitzen eine flache Unterseite mit einer rundum angesponnenen Sandkrempe, die als Wandung des unteren Stockwerkes fungiert. Die Zwischendecke trennt das Obergeschoß ab und ist von zwei halbkreisförmigen Öffnungen mit daran befestigten Falltüren durchbrochen. Durch die Elastizität des Spinnsekrets werden diese Türen normalerweise in verschlossenem Zustand gehalten. Will die Larve in das Erdgeschoß kriechen, um den Algenbewuchs der Steinunterlage abzuweiden oder samt Gehäuse eine Strecke weiterzukriechen, stößt sie mit dem Kopf die vordere Falltür auf und streckt den Vorderkörper nach unten. Die Larve kann sich aber auch vollständig in das Obergeschoß zurückziehen; zwei Ventilationsöffnungen im Dach der Behausung sorgen hierbei für eine ständige Atemwasserzufuhr. Droht Hochwassergefahr, spinnen die Larven ihr Haus an der Unterlage fest und können somit keine neuen Weidegründe aufsuchen. In solchen Krisensituationen nutzen die Tiere den Algenbelag, der an der Oberseite der Zwischendecke wächst (Illies 1952). Die Larven von *Synagapetus* sind typische Bewohner der Steinoberseiten in Quellabflüssen und Bächen und fehlen auf schlammigen oder sandigen Sub-

Tab. 7: Liste der Haken- und Langtasterkäfer (Elmidae, Hydraenidae) des Weidlingbaches (Dietrich & Waringer 1999).

Elmidae
Elmis maugetii (Latreille 1798)
Esolus angustatus (Müller 1821)
Esolus parallelepipedus (Müller 1806)
Limnius volckmari (Panzer 1793)
Oulimnius tuberculatus (Müller 1806)
Riolus cupreus (Müller 1806)
Riolus subviolaceus (Müller 1817)
Hydraenidae
Hydraena gracilis (Germar 1824)
Hydraena nigrita (Germar 1824)
Hydraena schuleri (Ganglbauer 1901)
Ochthebius colveranus (Ferro 1979)



Abb. 62: Portät der Imago von *Osmylus fulvicephalus*.

straten. An günstigen Standorten können immer wieder Massenvorkommen beobachtet werden.

Die Wasserkäferfauna der Wienerwaldbäche besteht hauptsächlich aus Vertretern der Hakenkäfer (Elmidae; benannt nach den starken Tarsalkrallen der Imagines; Abb. 59) und Langtasterkäfer (Hydraenidae; benannt nach den langen Maxillarpalpen). Die Diplomarbeit von DIETRICH (1997) listet für den Weidlingbach 7 bzw. 4 Arten aus den oben erwähnten Familien. Die häufigsten Arten waren *Elmis maugetii* (37%; Abb. 60) und *Riolus subviolaceus* (29%); *Hydraena gracilis* war mit 4% der häufigste Hydraenidae (Tab. 7). Die Hakenkäfer durchlaufen in ihrer Entwicklung 6 Larvenstadien (Ausnahme: Gattung *Potamophilus* mit 7 Stadien). *E. maugetii* und *R. subviolaceus* besiedelten bevorzugt moosbedeckte Sedimentpartikel von 10 bis 23 mm Korngröße in hoher Strömung (Median = 0.7 m s^{-1}), während *Esolus parallelepipedus* und *Limnius volckmari* Mikrohabitate mit reichem Fadenalgenbewuchs in mittlerer Strömung bevorzugten. Sämtliche Hydraenidae, *Esolus angustatus*, *Riolus cupreus* und *Oulimnius tuberculatus* waren am häufigsten in niedriger bis mittlerer Strömung und auf moosbewachsenem Grobsediment anzutreffen (Tab. 8). Elmidae und Hydraenidae besitzen keine gute Schwimmfähigkeit. Elmidae sind mit ihren kräftigen Klauen in der Lage, sich auch bei sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten an Steinen, Wasserpflanzen und Treibholz festzuklammern. Im Gegensatz zu anderen wasserbewohnenden Käfergruppen begeben sie sich zum Luftholen nicht an die Wasseroberfläche, sondern betreiben Plastronatmung: Der Käfer begibt sich einige Zeit nach Ende der Puppenruhe unter Wasser, wobei er in den Tracheen und zwischen hydrophoben Haaren auf der Bauchseite einen Luftvorrat mit sich führt. Um diese geringe Sauerstoffreserve zu regenerieren, massiert der Käfer von Zeit zu Zeit (bei *Riolus* etwa alle 2 Minuten, bei *Elmis* in größeren Abständen) das Haarkleid seiner Vorderbrust mit den Femora der Vorderbeine, wodurch aus den Stigmen des Tieres kleine Luftblasen austreten. Diese werden nun mit Femora und Tibien etwa eineinhalb Minuten lang durchgeknetet, um den Gasaustausch zwischen ihnen und dem Wasser zu fördern. Das Kohlendioxid der verbrauchten Atemluft wird vom Wasser aufgenommen, und Sauerstoff diffundiert in die Bläschen. Nach Ende dieses Vorganges werden diese wieder in die Stigmen eingesogen. Dieser relativ komplizierte Atemvorgang bewirkt, dass die Elmidae, obwohl sie aufgrund ihrer großen Trägheit nicht polyoxibiont sind, dennoch nur in rasch fließenden, kalten Gewässern leben können. Durch die starke Strömung wird die Bildung eines sauerstoffarmen Hofes in der Umgebung des Tieres verhindert und die Sauerstoffdiffusion damit wesentlich erleichtert. Die Atmung der Larven der Elmidae erfolgt hingegen aber mit Tracheenkiemen, die sich hervorstreckbar in einer verschließbaren Höhlung des letzten Abdominalsegments befinden (DIETRICH 1997). Auch die Vertreter der Hydraenidae bewegen sich fast ausschließlich kriechend fort, obwohl sie etwas besser zum Schwimmen befähigt sind als die Elmidae. Sie atmen im Gegensatz zu den Elmidae atmosphärische Luft. Zunächst wird der Kopf an die Wasseroberfläche gebracht. Danach werden die löffelförmig ausgehöhlten Fühler so an zwei seitliche Rinnen am Kopf angelegt, dass sich eine rohrartige Verbindung zwischen der Außenluft und den Vorderbruststigmen ergibt. Durch diese Röhre und das Tracheensystem gelangt der Sauerstoff auf die Bauchseite und unter die

Tab. 8: Habitatcharakteristika der Elmidae und Hydraenidae des Weidlingbaches. Die Artgruppenzuordnung erfolgte mittels Clusteranalyse (Euklidische Distanzen; Artenabundanzen an 14 Sammelpunkten).

Parameter	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Bereich	6.0-117.6	5.4-117.6	8.5-117.6	6.6-85.8
Strömungsgeschwindigkeit an Körperoberkante (cm s^{-1}):				
Median	69.4	56.5-59.7	66.9	31.7-66.7
Median (Imagines)	65.6	55.9-57.4	64.3	31.7-67
Median (Larven)	70.3	59.4-66.7	69.6	34.5-48.5
Sedimentkorngrößen (mm):				
Bereich	2.5-50	2.5-51.25	2.5-40	2.5-50
Median	22.2	23.8-26.7	10.7	25.3-33.9
Median (Imagines)	24.2	25.4-33.6	10.7	26.1-33.9
Median (Larven)	19.6	16.4-19.1	10.6	24.7-27.7
Vegetation (n m^{-2}):				
Vegetationsfrei	26.0	7.0-9.6	7.2	0.2-4.4
Fadenalgen	44.4	42.2-44.4	17.6	0.0-17.6
Wassermoose	194.0	9.6-12.2	333.0	0.0-42.0
Artengruppen:				
	E. maugetii	*E. parallel.*	*R. subviol.*	*E. angustatus*
		L. volckmari		*O. tuberculatus*
				R. cupreus
				H. gracilis
				H. nigrita
				H. schuleri
				O. colveranus

Flügel des Tieres. Während die Imagines sich von Pflanzenteilen ernähren (Weidegänger und Detritusfresser), leben die Larven räuberisch (MOOG 2002). Es wird vermutet, dass die Larven teilweise an Land leben (DIETRICH 1997). Im Weidlingbach nehmen der Artenreichtum und die Populationsdichten der Hydraenidae und Elmidae generell von der Quellregion hin zur Mündung zu (DIETRICH & WARINGER 1999). Besondere Bedeutung für die Elmidae und Hydraenidae als Weidegänger und Detritusfresser haben epilithische pflanzliche Organismen (Moose, Fadenalgen, Kieselalgen) sowie auf der Sedimentoberfläche abgelagertes feinpartikuläres Material (Detritus, Schlamm). Die Elmidenarten *Esolus angustatus*, *Limnius volckmari*, *Oulimnius tuberculatus* und *Riolus cupreus* können als Mischtypen der beiden Ernährungsmodi Weidegänger und detritivore Sammler eingestuft werden. Diese Arten ernähren sich daher vorwiegend von festsitzenden Algen und Moosen sowie von abgelagerten Feinpartikeln. *Hydraena gracilis* wird hingegen als reiner Weidegänger beschrieben (SCHMEDTJE 1995). Große Wichtigkeit dürfte dabei der Moosbewuchs besitzen: HEBAUER (1980) berichtet von Fängen von bis zu 3000 Exemplaren von Elmidae und Hydraenidae in einem Moosbüschel mit einem Gewicht von ca. 200g! Auch die Daten vom Weidlingbach belegen eine klare Präferenz der Coleopteren für moosbewachsene Stellen: An Standorten mit Moosen war die Individuendichte durchschnittlich zehnmal so hoch wie an Stellen ohne Bewuchs und mehr als dreimal so hoch wie in Fadenalgenwatten (DIETRICH 1997).

Unter den einheimischen Netzflüglern haben nur zwei Familien den Sprung in das oder an das Wasser vollzogen: die Familien der Schwammfliegen (Sisyridae) und der Osmylidae, letztere mit nur einer einzigen einheimischen Art, dem Bachhaft (*Osmylus fulvicephalus*). Den Larven beider Familien gemeinsam ist der Besitz langer, nach vorne gerichteter, stilettförmiger Saugrohre, die aus den miteinander verfalzten Ober-und Unterkiefern bestehen und in den Mundvorraum münden (Abb. 61). In jedem der beiden Rohre verläuft ein Saugkanal und beim Bachhaft ein zusätzlicher Giftkanal, der vor der Stilettspitze ausmündet. Die Larven des Bachhaftes bewohnen Moospolster oder Falllaubpakete in der feuchten Uferregion kleiner Fließgewässer, wo sie meist an Land, bisweilen aber auch im Wasser selbst jagen. Bevorzugte Beuteorganismen sind Milben, Springschwänze und die Larven von Zuckmücken und Schnaken. Sobald sich ein Beutetier durch Bewegung verrät, rammt der jagende Bachhaft seine Mundstilette in das Opfer und injiziert ein rasch wirksames Lähmungsgift. Der flüssige Körperinhalt der Beute wird anschließend ausgesaugt und die leere Hülle abgestreift. Die Larven durchlaufen drei Stadien. Im Oktober wird die Nahrungsaufnahme eingestellt, und die Larven des



Abb. 63: Weibchen der Schlupfwespe *Agriotypus armatus*.

2. und 3. Stadiums überwintern, tief in Moospolster vergraben, in Form eines Ruhestadiums. Ab März des darauf folgenden Jahres wird die Larvalentwicklung zügig vollendet, und im Mai erfolgt die Verpuppung in einem ovalen Kokon aus Spinnseide am Ufer. Nach rund zwei Wochen schlüpft das wunderschöne, auffällige Vollinsekt, das Vorderflügellängen bis zu 23 mm erreicht (Abb. 62). Die Flugzeit des Bachhaftes dauert bis in den Juli, wobei die großteils dämmerungsaktiven Tiere in Gewässernähe bleiben und von Blattläusen und anderen kleinen Insekten leben. Die rund 30 zylindrischen Eier werden nach der Paarung in mehreren Portionen im Uferbereich abgelegt. Nach 2-3 Wochen schlüpfen die Junglarven und erproben kurz darauf erstmals die Nahrungsaufnahme.

Auch unter den Hautflüglern (Hymenoptera) finden sich Vertreter in den Wienerwaldbächen. Vor allem im Frühling kann man schwarz glänzende Schlufwespen (Abb. 63) suchend den Bach entlangfliegen und dann auf einem halb untergetauchten Stein, von einem silbrig glänzenden Luftfilm umhüllt, auf den Gewässergrund hinabklettern sehen. Die besondere Aufmerksamkeit der Wespe gilt hierbei den zahlreichen Köcherfliegenlarven, die den Bach besiedeln. Besonders eine Köcherform scheint für das Insekt interessant zu sein: Es handelt sich um Röhren aus groben Sandkörnern mit seitlich angefügten, flügelartig abstehenden Steinchen, wie sie für die Familie der Goeridae typisch sind. Stößt die Wespe auf einen solchen Köcher, richtet sie sich nach der Längsachse aus, läuft einige Male zwischen Vorder- und Hinterende des Köchers hin und her und überprüft die Köcheroberseite mit ihrem Legebohrer. Ist der Köcher vorne verschlossen und enthält somit die Vorpuppe oder Puppe einer Köcherfliege, durchbohrt sie die Köcherwandung und den Puppenkokon und belegt den Hinterleib der Puppe mit einem einzelnen, ovalen Ei, das mit einem runden Sekretsockel an der Puppenhaut haftet. Köcher mit jüngeren Larven werden von der Wasserschlupfwespe *Agriotypus armatus* (Familie Agrio-



Abb. 64: Puppe der Köcherfliege *Silo nigricornis*, die von der Schlupfwespe *Agriotypus armatus* parasitiert wird. Befallene Köcher erkennt man an dem lederartigen Gespinstband, das durch den vorderen Köcherverschluss nach außen führt.

typidae) nicht angenommen. Im Köcher entwickeln sich nach Abschluss der Eireife fünf Larvenstadien. Das erste Stadium besitzt zwei fast körperlange Hinterleibsanhänge, die übrigen Stadien haben ein madenförmiges Aussehen mit kurzen, krallenförmigen Hinterleibsanhängen. Um möglichst lange zu gewährleisten, dass der Wirt mit seinen Atembewegungen weiterhin frisches, sauerstoffreiches Atemwasser für die Hautatmung des Parasiten durch den Köcher pumpt, fressen die Stadien 1-4 vor allem im Bereich der Flügelscheiden und schädigen den Wirt nicht nachhaltig. Erst das letzte Stadium verzehrt den Wirt fast vollständig und verfertigt dann einen braunen Kokon. Durch einen Schlitz am Köchervorderende wird allmählich ein rund 1 mm breites und bis 50 mm langes Gespinstband geschoben, das mit einer kappenförmigen Erweiterung der vorderen Kokoninnenwandung anliegt (Abb. 64). Dieses Gespinstband dokumentiert, dass der Parasit für die verbleibenden acht Monate der Entwicklung seine Atmung völlig von Hautatmung auf Tracheenatmung umgestellt hat. Zu diesem Zweck wurde der Kokon mit Luft gefüllt, und das hohlraumdurchsetzte, Wasser abstoßende Atemband fungiert als physikalische Kieme: dabei diffundiert der im Wasser gelöste Sauerstoff über das Band in den Kokon hinein, während CO_2 abgegeben wird. Verlust oder Abschneiden des Bandes führt zum Ersticken des Hautflüglers. Sind Kokon und Band fertig gestellt, wan-

Tab. 9: Liste der Zuckmücken (Chironomidae) des Mauer- und Weidlingbaches (Baumgartner 1996; Baumgartner & Waringer 1997; Prenner 1997).

Taxon
Unterfamilie Tanypodinae
Apsectrotanypus trifascipennis (Zetterstedt 1838)
Conchapelopia viator (Kieffer 1911)
Macropelopia sp.
Nilotanypus dubius (Meigen 1814)
Thienemannimyia sp.
Trissopelopia sp.
Zavrelimyia sp.
Unterfamilie Diamesinae
Diamesa sp.
Potthastia longimana (Kieffer 1922)
Pseudodiamesa branickii (Nowicki 1873)
Unterfamilie Prodiamesinae
Prodiamesa olivacea (Meigen 1818)
Unterfamilie Orthocladiinae
Brillia flavifrons Johannsen 1905
Brillia modesta (Meigen 1830)
Chaetocladius dentiforceps (Edwards 1929)
Chaetocladius laminatus Brundin 1947
Chaetocladius piger (Goetghebuer 1913)
Corynoneura lobata Edwards 1929
Cricotopus annulator Goetghebuer 1927
Cricotopus tremulus (Linnaeus 1758)
Diplocladius cultriger Kieffer 1908
Epoicocladius flavens (Malloch 1915)
Eukiefferiella brevicalcar (Kieffer 1929)
Eukiefferiella claripennis (Lundbeck 1898)
Eukiefferiella coerulescens (Kieffer 1926)
Eukiefferiella gracei (Edwards 1929)
Heleniella ornaticollis (Edwards 1929)
Limnophyes cf. *exiguus* (Goetghebuer 1944)
Limnophyes pentaplastus (Kieffer 1921)
Nanocladius rectinervis (Kieffer 1911)
Orthocladius thienemanni Kieffer 1906
Orthocladius frigidus (Zetterstedt 1838)
Orthocladius oblidens (Walker 1856)
Orthocladius obumbratus Johannsen 1905
Orthocladius rubicundus (Meigen 1818)
Orthocladius wetterensis Brundin 1956
Parametriocnemus stylatus (Kieffer 1924)
Paraphaenocladius sp.
Paratrichocladius rufiventris (Meigen 1830)
Paratrichocladius skirwithensis (Edwards 1929)
Paratrissocladius excerptus (Walker 1856)
Parorthocladius sp.
Rheocricotopus effusus (Walker 1856)
Rheocricotopus fuscipes (Kieffer 1909)
Symposiocladius lignicola Kieffer 1922
Synorthocladius semivirens (Kieffer 1909)
Thienemanniella clavicornis (Kieffer 1911)
Tvetenia calvescens (Edwards 1929)
Unterfamilie Chironominae
Tribus Chironomini
Microtendipes britteni (Edwards 1929)
Microtendipes chloris (Meigen 1818)
Microtendipes diffinis (Meigen 1929)
Microtendipes pedellus (De Geer 1776)
Paratendipes albimanus (Meigen 1818)
Polypedilum albicorne (Meigen 1838)
Polypedilum convictum (Walker 1856)
Polypedilum laetum (Meigen 1818)
Polypedilum pullum (Zetterstedt 1838)
Polypedilum scalaenum (Schrank 1803)
Tribus Tanytarsini
Cladotanytarsus vanderwulpi (Edwards 1929)
Micropsectra atrofasciata agg. (Kieffer 1911)
Rheotanytarsus reissi Lehmann 1970
Stempellinella brevis (Edwards 1929)
Tanytarsus heusdensis Goetghebuer 1923

delt sich die Wespenlarve zur Vorpuppe und verpuppt sich schließlich. Die Häutung zum erwachsenen Tier findet im Herbst statt, die Wespe überwintert aber im Kokon und steigt erst im nächsten Frühjahr aus dem Wasser (BÜRGIS 1993, WARINGER & GRAF 2002).

Die Zweiflügler (Diptera) nehmen in der Zusammensetzung des Makrozoobenthos unserer Wienerwaldbäche einen hohen Stellenwert ein. Besonders artenreich sind die Zuckmücken (Chironomidae), die im Mauerbach und Weidlingbach mit 62 Taxa vertreten sind (Tab. 9), darunter zwei Neunachweise für Österreich (*Conchapelopia viator* und *Microtendipes diffinis*; BAUMGARTNER 1996, BAUMGARTNER & WARINGER 1997, PRENNER 1997). Bei den Larvenfunden waren *Parametriocnemus stylatus* und *Synorthocladius semivirens* die dominanten Arten. *Corynoneura lobata* war mit 44.8 % der gefangenen Männchen eudominant, *Micropsectra atrofasciata* agg. war dominant vertreten. Das Geschlechterverhältnis der Adulten unterschied sich nicht signifikant von der erwarteten Verteilung von 1:1. Die Larven waren am Bachbett stark inselartig aggregiert und wiesen eine geklumpte Verteilung auf. Durch zwei Hochwasserereignisse, die das Bachbett nachhaltig umstrukturierten, veränderte sich auch die Populationsstruktur: *Micropsectra atrofasciata* war in der Emergenz im März / April 1994 stark vertreten, während *Corynoneura lobata* zu diesem Zeitpunkt nur selten auftrat. Nach den Hochwasserphasen kehrten sich diese Abundanzverhältnisse im März / April 1995 um.

In Bezug auf die funktionellen Ernährungstypen sind Chironomiden eine der diversesten Familien der Insekten. Auch zwischen den verschiedenen Larvenstadien können sich die Ansprüche an die Nahrung ändern. Als carnivore Arten sind die Vertreter der Tanypodinae zu erwähnen (OLIVER 1971). Orthocladiinae verwerten zumeist Algen und Detritus, die Diamesinae sind Algenabweider. Bei den Chironominae gibt es Algen- und Detritusverwerter sowie minierende Arten. Bekannt sind auch noch parasitische Arten unter den Orthocladiinae und Chironominae. Daneben gibt es unter den Chironomiden auch noch die hochinteressante Gruppe der Kommensalen, die mit anderen Tierarten zusammenleben und z.B. von deren Nahrung profitieren, ohne den Wirt (wesentlich) zu schädigen. Besonders für die Wienerwaldbäche hervorzuheben ist die Beziehung der Larven von *Epoicocladius flavens* (Orthocladiinae) zur Eintagsfliegengattung *Ephemera* (Abb. 65). Die Larven von *E. flavens* kommen im Weidlingbach mit Abundanzen bis zu 60 Larven m^{-2} vor (PRENNER 1997), haben einen einjährigen Lebenszyklus und leben auf den Nymphen von *Ephemera danica* (Abb. 37) und *Ephemera vulgata*. Die Larven befestigen sich an den Kiemen bzw. an den Filamenten unterhalb der Kie-

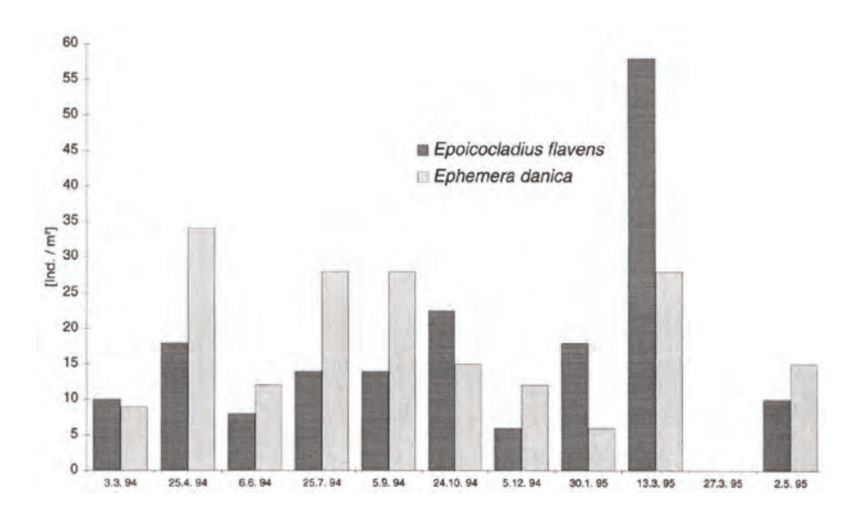
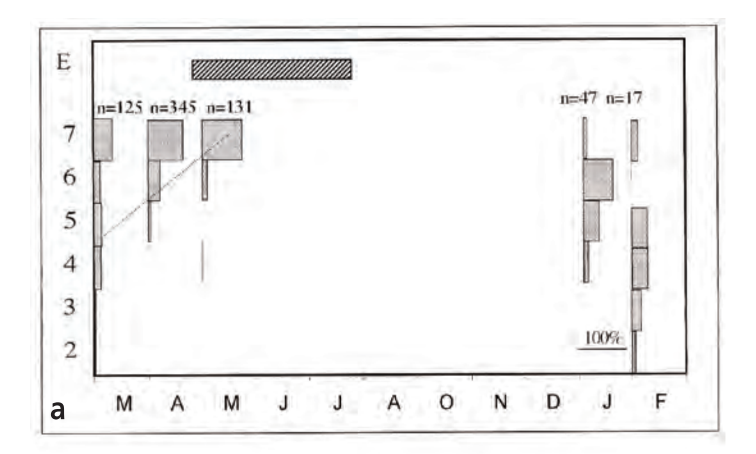


Abb. 65: Abundanzen des Kommensalen *Epoicocladius flavens* (Chironomidae) und seines Partners *Ephemera danica* (Ephemeroptera) im Weidlingbach von März 1994 bis Mai 1995 (Prenner 1997).

men und profitieren vom Aufwirbeln von Detrituspartikeln und Algen durch die Atembewegungen der Eintagsfliegenlarve. Außerdem können die Zuckmückenlarven durch die passive Fortbewegung Energie einsparen (GILLIES 1951, TOKESHI 1986). Ältere Larvenstadien findet man meist am Thorax befestigt. Die Larven verpuppen sich Ende Juni an der Ventralseite der Nymphen, wobei ein gallertiger Kokon an den thorakalen Sterniten zwischen mittlerem und hinterem Beinpaar befestigt wird. Die Flugzeiten von *E. flavens* sind an die des Wirtes angepasst (GILLIES 1951). TOKESHI (1986) beschreibt eine Flugzeit von Mai bis September. Das Wachstum der Larven von *E. flavens* findet vor allem im Sommer statt, während es im Winter über 7 Monate hinweg stagniert. Der Wirt *Ephemera danica* hat einen zweijährigen Entwicklungszyklus. Auf etwa 90 % der älteren Nymphen konnte TOKESHI (1986) Larven von *E. flavens* finden. Im März liegt das Verhältnis der Larven von *E. flavens* zu den Nymphen von *E. danica* im Weidlingbach bei 2:1. An älteren Nymphen können nach TOKESHI (1986) bis zu vier Larven befestigt sein, wobei die Anzahl der assoziierten Larven mit der Körpergröße der Wirte zusammenhängt. Den höchsten Befall gab es im Sommer nach dem Schlüpfen der ersten Larvenstadien von *E. flavens*. Da viele frischgeschlüpfte Larven keine geeigneten Wirte finden, ist ihre Sterblichkeit hoch. Der Wirt scheint von der Anwesenheit der Zuckmückenlarven wenig beeinträchtigt zu werden. Der Ernährungstyp der Filtrierer entwickelte sich bei den Chironomiden einige Male unabhängig voneinander, wobei vor allem die Fähigkeit, Netze zu spinnen, eine große Bedeutung besitzt (WALLACE & MERRITT 1980). Man unterscheidet aktive und passive Filtrierer. Als Beispiel für passive Filtrierer der Wienerwaldbäche sind die Larven der Gattung *Rheotanytarsus* zu nennen. Diese bauen im Bachbett verankerte Röhren aus feinem



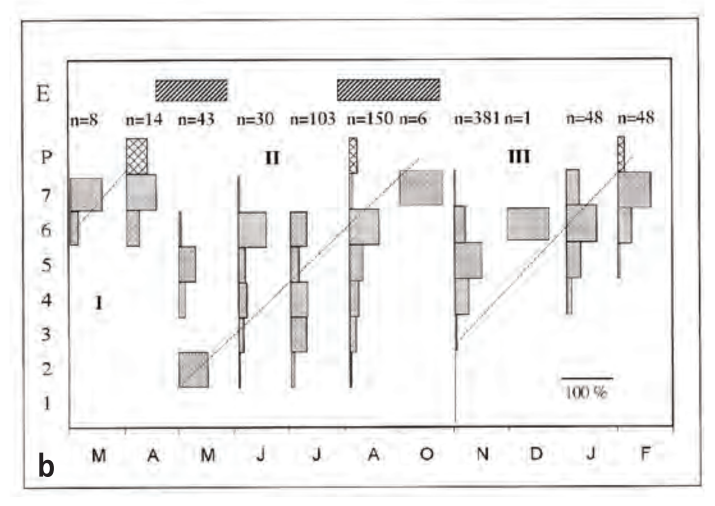


Abb. 66: Lebenszyklus-Diagramm von *Prosimulium tomosvaryi* (**a**) und der *Simulium ornatum*-Gruppe (**b**). Arabische Ziffern= Larvenstadien; P= Puppen; E= Flugzeiten; Römische Ziffern= Generationen (aus SCHEDER & WARINGER 2002).

Material in die Strömung. Am vorderen Ende befinden sich Verstrebungen mit netzartig angeordneten Spinnsekretsträngen, mit denen partikuläre Nahrung aus dem Wasserstrom aufgefangen wird. Teile des Maschenwerkes mitsamt dem angehefteten Detritus werden vollständig aufgenommen und anschließend ein neues Netz produziert.

Eine Dipterengruppe mit großer wirtschaftlicher Bedeutung sind die Kriebelmücken (SCHEDER 2002), die einerseits Überträger für unterschiedlichste Krankheiten sind, andererseits durch ihre Stiche und den dabei injizierten toxischen Speichel eine Plage für Mensch und Tier darstellen. So sind von der Onchozerkose oder Flussblindheit alleine in Afrika 20 Millionen Menschen betroffen. Aber auch in unseren Breiten können Kriebelmücken vor allem bei Massenvorkommen bei Weidevieh mitunter schwere Schäden anrichten, wie es z.B. WESENBERG-LUND (1943) anschaulich beschreibt: „Zur Zeit der Kaiserin Maria Theresia sprach man in ganz Europa von den ungeheuren Verwüstungen, die die kleine Columbakzer Mücke am Vieh auf den ungarischen Steppen, besonders in der Nähe der Donau und ihrer Nebenflüsse, anrichtete. Es wird erzählt, dass die Mücken zuweilen wie eine mehrere Meter hohe Nebelwand über der Donau stehen; wenn ihre vom Wind getragenen Schwärme auf Viehherden treffen, werfen sie sich in rasendem Blutdurst auf die Rinder." Die Columbakzer Mücke (*Simulium colombaschense*), die auch in Österreich im Bereich der Donau bei Wien auftritt, forderte vor der großen Donauregulierung schier unvorstellbare Opfer; so verendeten im Jahre 1922 an die 22.000 Rinder auf dem Balkan, 1934 weitere 12.000 (ZIVKOVITCH 1958). Wenngleich sich die Simuliidenplage heute eher in Grenzen hält, kommt es punktuell immer wieder zu Katastrophenauftreten. So starben in den Jahren 1996 und 1997 in Südtirol 101 ausgewachsene Rinder durch die Stiche der Art *Simulium variegatum*. Hauptschadenserreger in Österreich ist *Simulium reptans* (KUTZER et al. 1981). Bei zu hohen Konzentrationen an virulentem Speichel, den diese in die Wunden der warmblütigen Tiere einbringen, kommt es zu Schäden am Herzen und an den Gefäßen; die Opfer sterben an einem anaphylaktischen Schock (Rühm 1983). Abgesehen von Todesfällen bei allzu hohen Kriebelmückendichten kommt es bereits bei leichtem Befall zu quantifizierbaren Schäden, etwa zu einem Rückgang der Fleisch- und Milchproduktion bei Rindern (BOCK et al. 1982).

Tab. 10: Liste der Kriebelmücken (Simuliidae) des Weidlingbaches (SCHEDER & WARINGER 2002).

Prosimulium tomosvaryi (ENDERLEIN 1921)
Simulium (*Nevermannia*) *cryophilum* (RUBZOV 1959)
Simulium (*Nevermannia*) *vernum* MACQUART 1826
Simulium (*Simulium*) *argyreatum* MEIGEN 1838
Simulium (*Simulium*) *ornatum* MEIGEN 1818
Simulium (*Simulium*) *trifasciatum* CURTIS 1839

Ein Großteil der 43 heimischen Arten weist eine sehr enge ökologische Einnischung auf; so findet sich etwa *Simulium* (*Simulium*) *noelleri* FRIEDRICHS 1920 beinahe ausschließlich in den Mönchen von Fischteichen oder als wichtiges Faunenelement in Seeausrinnbiozönosen, wohingegen *Twinnia hydroides* NOVAK 1956 auf bemooste, hochgelegene Quellbäche angewiesen ist. Vertreter der Gattung *Wilhelmia* können selbst stark organisch belastete Gewässer als Habitat nutzen, während *Simulium* (*Nevermannia*) *bertrandi* bereits bei geringer anthropogener Beeinträchtigung aus dem betreffenden Gewässer verschwindet (MOOG 2002). Diese oft sehr starre Habitatgebundenheit und die damit verbundenen Ansprüche an den jeweiligen Lebensraum machen Simuliidenlarven zu wichtigen Bioindikatoren (SCHEDER 2002). Die drei häufigsten Arten im Weidlingbach waren *Prosimulium tomosvaryi* (43% der Gesamtfänge), die *Simulium ornatum*-Gruppe (30%)



Abb. 67: Kopf einer Kriebelmückenlarve (Simuliidae). Die Borstenfächer stellen Sonderbildungen des Labrums dar und dienen zum Ausfiltrieren von ultrafeinem partikulären Material.



Abb. 68: Ibisfliegen-Weibchenschwarm (Athericidae) bei der Eiablage (Foto: Wolfram Graf).



Abb. 69: Larve einer Athericidae.

und *Simulium trifasciatum* (25%); daneben konnten in diesem Bach noch 3 weitere Arten nachgewiesen werden (Tab. 10). *P. tomosvaryi* weist nur eine Generation im Jahr auf, während sich innerhalb der *S. ornatum*-Gruppe zumindest drei Generationen im Jahr ausbilden können (Abb. 66). Die Larven als passive Filtrierer spielen eine bedeutende Rolle im Nahrungsnetz eines Gewässers, gleichsam als Bindeglied zwischen kolloidalem bzw. feinpartikulärem organischen Material und höheren trophischen Niveaus: Mit Hilfe ihrer Borstenfächer (Abb. 67) filtern sie ultrafeines partikuläres organisches Material (Korngröße bis zu 0,091 µm) aus der fließenden Welle. Diese Fraktion stellt zwar über 50% der im Wasser enthaltenen organischen Substanz dar, kann jedoch von Filtrierern, deren Filterorgane oder -einrichtungen auf andere Größenspektren ausgerichtet sind, nicht genutzt werden. Im Zuge der Nahrungsaufnahme werden die Partikel dieser Fraktion im Darmtrakt der Kriebelmückenlarven aggregiert und schließlich als bakterienbesiedelte Fäcespellets dem System wieder zur Verfügung gestellt. Diese nun wesentlich größeren organischen Partikel dienen zahlreichen Tiergruppen als wichtige Nahrungsgrundlage. Die Larven leisten einen großen Beitrag zur Selbstreinigungskraft fließender Gewässer, da sie auch abwasserbürtige Bakterien aus dem umgebenden Medium filtrieren (SCHEDER 2002).

Die kleine Dipterenfamilie der Ibisfliegen (Athericidae) aus der Verwandtschaft der Bremsen ist mit nur fünf Arten in Mitteleuropa vertreten, zeichnet sich aber durch ihre hochinteressante Brutbiologie aus. Zur Fortpflanzung suchen die Weibchen Brücken oder bachufernahe Laubbäume mit überhängenden Zweigen für die Eiablage auf. An entsprechend günstigen Stellen versammeln sich große Schwärme, und die Tiere beginnen nun, mit einer klebrigen Substanz rund 1000 Eier pro Tier in einem bis mehreren Gelegen auf Zweigen und Blättern zu befestigen. Nach dieser kollektiven Eiablage bleiben sehr oft die Muttertiere in der Gallerte sitzen. Diese offensichtlich als äußere Schutzhülle fungierenden Weibchen sterben nach kurzer Zeit ab. Es bilden sich schließlich



Abb. 70: Larve einer Tipulidae.



Abb. 71: Respirationsschale („Teufelsmaske") am Körperende der Larve einer Tipulidae. Die endständigen Stigmenöffnungen („Augen") werden von einem Kranz von sechs zipfelförmigen Fortsätzen umstanden. Die ventrale Struktur ist die von Papillen umgrenzte Analöffnung.



Abb. 72: Bachforelle (*Salmo trutta* morpha *fario*).

klumpenförmige Ei-Gallert-Fliegenmassen von wenigen Zentimetern Durchmesser bis zur Größe von Bienenschwärmen (Abb. 68). Nach wenigen Tagen schlüpfen die Junglarven aus den Eiern, die sich zunächst von den Leichen der Weibchen ernähren; dann lassen sie sich in das vorbeiströmende Wasser fallen. Die Larven (Abb. 69) sind langgestreckt, bewegen sich auf zahnkranzbesetzten Stummelbeinen kriechend am Gewässergrund fort und tragen am Hinterleibsende zwei bewimperte Fortsätze. Zipfelartige Anhänge unterschiedlicher Länge finden sich auch an den Brust-und Hinterleibssegmenten. Die aquatischen Larven ernähren sich räuberisch von anderen Wirbellosen, vor allem Zuckmückenlarven. Nach dem Durchlaufen von fünf Larvenstadien in 1-2 Jahren wandern die reifen Larven bis zu drei Meter an Land, wo sie sich in Moospolstern, Bodenspalten oder im Ufersand verpuppen (Waringer & Graf 2002).

Die Schnaken-, Stelzenmücken-, Faltenmücken- und Gnitzenarten (Tipulidae, Limoniidae, Pediciidae, Ptychopteridae, Ceratopogonidae) sind in den Wienerwaldbächen, wie dem Marleiten- und Eberhardsbach, mit Formen wie z.B. *Tipula maxima*, *Dicranomyia* sp., *Dicranota* sp., *Scleroprocta* sp., *Eloeophila* sp., *Pedicia* sp., *Ptychoptera* sp. und *Culicoides* sp. vertreten (Waringer & Waringer 2013). Die vielfach sehr langbeinigen Imagines dieser Arten, die im Falle von *T. maxima* bis zu 40 mm Körperlänge und über 50 mm Flügelspannweite erreichen können, sind keine Blutsauger, sondern ernähren sich von Pflanzensäften. Die beinlosen Larven (Abb. 70) sind großteils Feinsedimentbewohner an strömungsberuhigten Bachabschnitten und ernähren sich räuberisch (*Dicranota* sp.), von Kieselalgen (*Ptychoptera* sp.) oder von Falllaub und Detritus (*Tipula* sp.); bei letzterer Art sind zur Aufarbeitung der zellulosereichen Nahrung bakteriengefüllte Darmanhänge als Gärkammern ausgebildet. Das Hinterende der Tipuliden- und Limoniidenlarven ist durch die sogenannte „Teufelsmaske" gekennzeichnet: das endständige, augenförmige Stigmenpaar wird von einem Kranz von zipfelartigen Fortsätzen umstanden (Abb. 71).

Vertebraten

Fische

Während die quellnahen Bachabschnitte der Wienerwaldbäche weitgehend fischfrei sind ("Salamanderregion"), ist die Fischfauna der Mittel- und Unterläufe bereits sehr divers (Guttmann 2000). In kühlen, sauerstoffreichen, flachen und schnellströmenden Bachabschnitten, die mit unterspülten Wurzelstöcken und tieferen Kolken als Unterstände abwechseln, lebt die



Abb. 73: Die Koppe (*Cottus gobio*) ist ein nachtaktiver Bewohner der Lückenräume an der Sedimentoberfläche.

Bachforelle (*Salmo trutta* morpha *fario*; Abb. 72). Koppen (*Cottus gobio*; Abb. 73) und Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) sind häufige Begleitarten der Bachforelle. Elritzen sind Schwarmfische, die von Luftinsekten und aquatischen Insektenlarven über Kiesgrund leben. Im Gegensatz dazu sind die Koppen nachtaktive, benthische Fische, die von Makrozoobenthosorganismen leben und durch ihre nächtliche Wühltätigkeit bei der Nahrungsssuche wesentlich zur organismischen Drift beitragen können; sie bevorzugen Bachabschnitte mit einer einheitlichen Sedimentstruktur. Weitere Arten der Wienerwaldbäche, z.B. des Mauerbaches, sind Aitel (*Leuciscus cephalus*) und Rotauge (*Rutilus rutilus*), die vor allem tiefere Auskolkungen besiedeln. An Bachabschnitten mit gröberen Blöcken und Sandanlagerungen werden die Koppen von Bachschmerlen (*Barbatula barbatula*) und Gründlingen (*Gobio gobio*) abgelöst. Der Gründling ist ein ausgeprägter, benthivorer Bodenfisch mit einem kurzen Bartelpaar am Hinterrand des Oberkiefers (Abb. 74). Die Schmerle hingegen besitzt 3 Paare von Barteln am Oberkiefer (Abb. 75); diese Art verbringt den Tag versteckt in Unterständen und jagt in der Nacht nach Makrozoobenthosorganismen.

Amphibien

Für Amphibien stellt der Wienerwald mit seinen Wasserlebensräumen ein bedeutendes Netzwerk an aquatischen und terrestrischen Habitaten dar. Die meisten der hier lebenden submontanen und montanen Arten laichen in Klein- und Kleinstgewässern, wie etwa Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), oder in Weihern und Teichen, wie etwa Erdkröte (*Bufo bufo*), Laubfrosch (*Hyla arborea*) und Springfrosch (*Rana dalmatina*). Die Bäche sind für diese Arten aber wichtige Wanderkorridore, z.B. zwischen dem Sommerlebensraum im Wald und den Laichgewässern. Der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) ist weiters bekannt dafür, dass er seine Larven in Bächen der Quellregion absetzt.



Abb. 74: Der Gründling (*Gobio gobio*) besitzt ein kurzes Bartelpaar am Hinterrand des Oberkiefers.



Abb. 75: Bachschmerlen (*Barbatula barbatula*) tragen 3 Paare von Barteln am Oberkiefer.

Tab. 11: Verteilung der Grasfroschgelege in den Kartierungsbereichen Münichbach und Kleinhöniggraben (Wienerwald) im Jahr 2004 auf die verschiedenen Gewässertypen (Waringer-Löschenkohl & Werba 2004; Werba 2006).

	Bach	Temporäre Gewässer	Angelegte Biotope	Summe
Münichbach	291	66	2381	2738
Kleinhöniggraben	15			15



Abb. 76: Grasfroschpaar (*Rana temporaria*). Das kleinere Männchen umklammert das von Laich erfüllte Weibchen und lässt sich zum Laichplatz tragen.

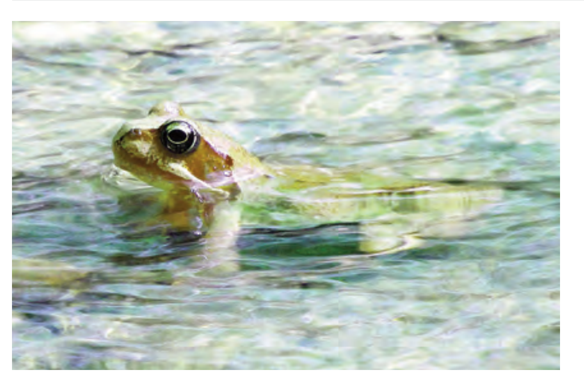


Abb. 77: Der Grasfrosch (*Rana temporaria*) hält sich als einziger Braunfrosch gerne in Fließgewässern auf und laicht auch dort.

Tab. 12: Verteilung von 291 Laichballen des Grasfrosches (*Rana temporaria*) im Münichbach (Wienerwald) im Jahr 2004 auf unterschiedliche Ablagesituationen (Waringer-Löschenkohl & Werba 2004; Werba 2006).

Kartierungsabschnitt	**Laichballen**									
	nach Totholzdamm an Ästen	**vor Totholzdamm an Ästen**	**direkt im Bach an Wurzeln**	**direkt im Bach in unterwasserangebundenen Bachschlingen (an Wurzeln und Ästen)**	**in Rückstaubereich bei Rohrdurchlass (an Laub)**	**in Bachknie (an Ästen)**	**in durchströmten Buchten (an Ästen)**	**in Windwurftrichtern (an Ästen)**	**in durchströmten Bachschlingen (an Ästen)**	**Summe**
15	3									3
16		3								3
17			1	10	17					28
18				7						7
19										0
20				18						18
21			8	86		3				97
22			3							3
23										0
24			16	43			1	6	8	74
25			3	6		12				21
26				7						7
27										0
28										0
29				20		7				27
30			1							1
31			2							2
Summe	3	3	34	197	17	22	1	6	8	291

Unter den Froschlurchen des Wienerwaldes ist der Grasfrosch (*Rana temporaria*) die einzige Art, die gerne neben Teichen und Tümpeln auch Bäche zum Ablaichen aufsucht (Abb. 76, 77; Tab. 11). Obwohl die Tiere nach dem Ablaichen prinzipiell im Wald leben, kommen sie gelegentlich zum Bach zurück. Grasfroschlaich besteht aus Gallertballen bis zu 4000 Eiern (Abb. 78). Da die Grasfrösche zu Massenablageverhalten neigen, kommt es an strömungsberuhigten Bachabschnitten oft zu wolkenartigen Gelegeansammlungen. Eine Untersuchung im Einzugsgebiet des Münichbachs zeigte, dass besonders jene Bachabschnitte unterhalb der Quellregion bevorzugt werden, wo der Bach sich in Seitenarme aufgliedert und die engen, steilen Tobel schon hinter sich gelassen hat (Flussordnungszahl 2 und 3; Abb. 79, 80). Häufig wird in Bachschlingen, die nur im Unterwasser an das Bachgerinne angeschlossen sind, abgelaicht. Andere beliebte Ablagesituationen waren fast strömungsfreie Stellen an unterspülten Wurzeln, Astgeniste in Bachbiegungen, Windwurftrichter, seltener Äste in durchströmten Bachknien bis 21,5 cm s^{-1} Strömungsgeschwindigkeit. In Tobeln, wo solche Strukturen fehlten, fanden sich nur wenige Gelege in den strömungsberuhigten Bereichen ober- oder unterhalb von Dämmen aus Totholz und Fallaub (Tab. 12). Bei Hochwasserereignissen kommt es zu massiven Driftverlusten der Gelege. So wurden im hochwasserreichen Untersuchungsjahr 2004 im Münichbach knapp 20% der Gelege weggerissen und von der starken Strömung zerfetzt. Die Kaulquappen (Abb. 81) halten sich in den Wienerwaldbächen in Strömungsbereichen bis zu 12 cm s^{-1} auf, wachsen langsamer, sind aber dafür weniger austrocknungsgefährdet als in Tümpeln und haben auch nur mit geringerem Räuberdruck zu kämpfen als teichbewohnende Populationen (Waringer-Löschenkohl & Werba 2004; Werba 2006). Allerdings konnten



Abb. 78: Grasfroschlaich (*Rana temporaria*). Das Gelege ist an einem Ast befestigt und flottiert in der Strömung (Foto: Franziska Werba).

Abb. 79: Amphibienvorkommen und Laichballenverteilung des Grasfrosches (*Rana temporaria*) im Münichbach (Wienerwald) im Jahr 2004 (quellferner Abschnitt; aus WERBA 2006).

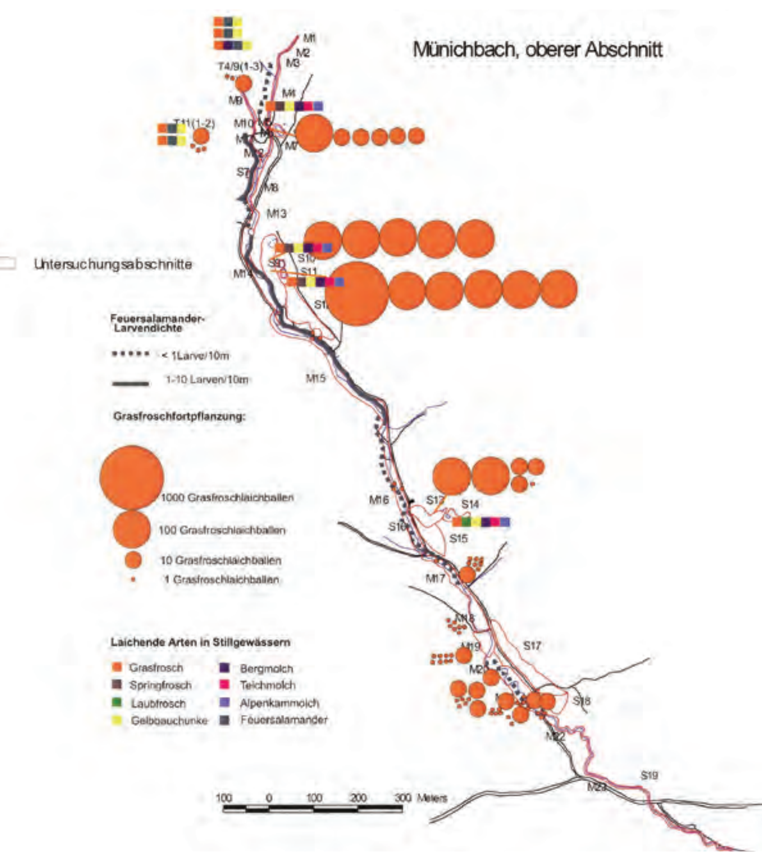


Abb. 80: Amphibienvorkommen und Laichballenverteilung des Grasfrosches (*Rana temporaria*) im Münichbach (Wienerwald) im Jahr 2004 (quellnaher Abschnitt; aus WERBA 2006).

2004 nicht alle bachbewohnenden Larven ihre Metamorphose vor dem Wintereinbruch abschließen.

Der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) ist ein Charaktertier des Wienerwaldes (Abb. 82). Die Weibchen setzen ab Mitte März voll entwickelte Larven (Abb. 83) in natürlichen und reich strukturierten Bachabschnitten ab, die langsam strömende Bereiche enthalten müssen. Auskolkungen im Unterwasser von Totholzdämmen sind der bevorzugte Lebensraum der Larven, die in den fischfreien Ober- und Mittelläufen der Wienerwaldbäche die Räuber erster Ordnung darstellen. Die Larven profitieren an der Leeseite eines Dammes von der geringeren Strömung und von der hohen Dichte an Beutetieren in den Dämmen selbst. Zwischen Juni und September verlassen die Larven das Wasser und gehen zum Landleben über. Die Larvendichten sind



Abb. 81: Die Mundöffnung der Grasfrosch-Kaulquappe (*Rana temporaria*) ist von einem Schnabel und Hornzähnchenreihen umstanden, die zum Abraspeln von Aufwuchs (Algen und anderes) eingesetzt werden. Körperlänge um 6 cm.



Abb. 82: Der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) ist ein Charaktertier des Wienerwaldes. Die Weibchen setzen ab Mitte März voll entwickelte Larven in natürlichen und reich strukturierten Bachabschnitten ab, die langsam strömende Bereiche enthalten müssen.



Abb. 83: Larve des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*).

in flachen Bachabschnitten erster und zweiter Flussordnung am höchsten (Abb. 84). Da die Larven sehr leicht abgedriftet werden, bevorzugen sie Mikrohabitate mit Strömungsgeschwindigkeiten unter 20 cm s^{-1} (Abb. 85), Reynoldszahlen unter 12000 und Froude-Zahlen von 0 bis 0,30 (BAUMGARTNER 1997, BAUMGARTNER et al. 1999).

Eine Analyse von 62 Bacheinzugsgebieten in Niederösterreich ergab eine klare Präferenz der Feuersalamander für bestimmte Abflussregimetypen (Abb. 86). Klar bevorzugt wurden winter-pluviale (WIP) und pluvio-nivale (PLN) Regimes, während nivo-pluvial (NIP) geprägte Einzugsgebiete deutlich weniger besiedelt sind. Gemäßigt-nivale (GEN), winter-nivale (WIN) und sommer-pluviale (SOP) Regimes werden gemieden (Abb. 87). Die Erklärung für diese Muster liegt im zeitlichen Auftreten der Wasserhochstände, die für die abdriftempfindlichen Feuersalamanderlarven entscheidend sind. Eine Rangkorrelationsanalyse nach Spearman der zeitlichen Entwicklung der Larvenabundanzen (CABELA et al. 2001 und eigene Beobachtungen) und der monatlichen Abflüsse der Brutgewässer ergab sehr niedrige, nicht signifikante Übereinstimmungen bei allen Untertypen des WIP und PLN-Regimes. Das bedeutet, dass die Larvenmaxima und die statistischen Hochwasserspitzen der Brutgewässer signifikant phasenverschoben sind. Im Fall der winter-pluvialen (WIP) und pluvio-nivalen (PLN) Regimes treten diese Wasserhochstände vor der Hauptlarvenperiode auf (Abb. 88). In Einzugsgebieten mit sommer-pluvialen, winter-nivalen und gemäßigt-nivalen Regimes waren die Übereinstimmungen bei Rangkorrelationskoeffizienten bis zu +0,86 signifikant und belegen eine hohe Übereinstimmung der maximalen Larvenabundanzen mit den statistischen Wasserhochständen; dies erklärt das weitgehende Fehlen von Feuersalamandern in diesen Einzugsgebieten. Da Eingriffe in die Landnutzung der Bacheinzugsgebiete (z.B. Bodenversiegelung, Kahlschlag, geänderte Waldbewirtschaftungsmethoden) weitreichende Auswirkungen auf das Abflussverhalten haben, können Feuersalamander als wichtige „umbrella species“ für ökologisch intakte, naturnahe Einzugsgebiete betrachtet werden.

Reptilien

Ringelnattern (*Natrix natrix*) sind tagaktive Räuber. Als gute Schwimmer und Taucher jagen sie in den Bächen nach Beute. Abb. 89 zeigt eine junge Ringelnatter auf der Jagd nach Feuersalamanderlarven. Gut zu erkennen ist sie an den beiden halbmondförmigen gelblich-weißen Flecken in der Ohrregion, die am Hinterrand von einem schwarzen Fleck begrenzt sind. Obwohl sie sich vorzugsweise an Gewässern aufhält, kann sie mitunter auch erstaunlich weit von diesen entfernt angetroffen werden.

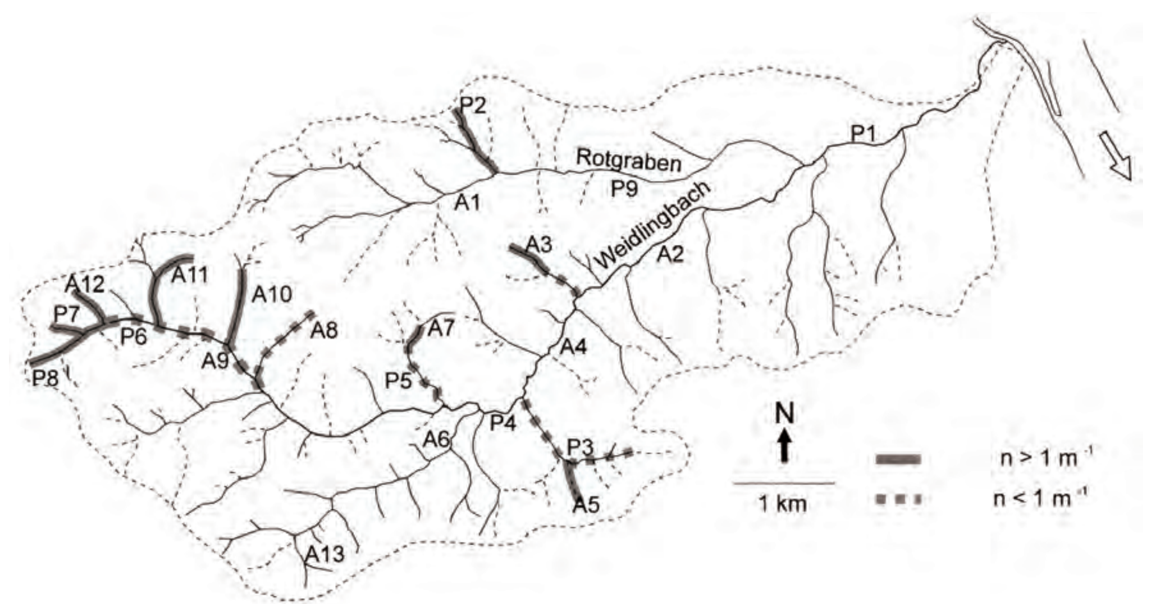


Abb. 84: Larvendichten des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) (Anzahl Larven pro Meter Uferlänge) im Einzugsgebiet des Weidlingbaches. Die Larven bevorzugen Zubringer erster und zweiter Flussordnung (aus BAUMGARTNER et al. 1999).

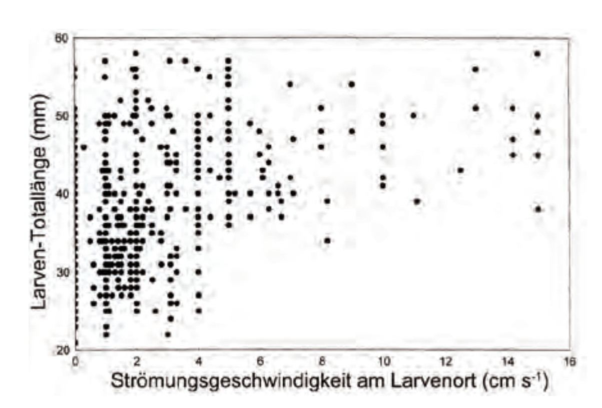


Abb. 85: Punktgenaue Strömungsgeschwindigkeiten am Ort von Feuersalamanderlarven (*Salamandra salamandra*) im Einzugsgebiet des Weidlingbaches. Ältere Larvenstadien sind deutlich strömungsresistenter als Junglarven (aus BAUMGARTNER et al. 1999).

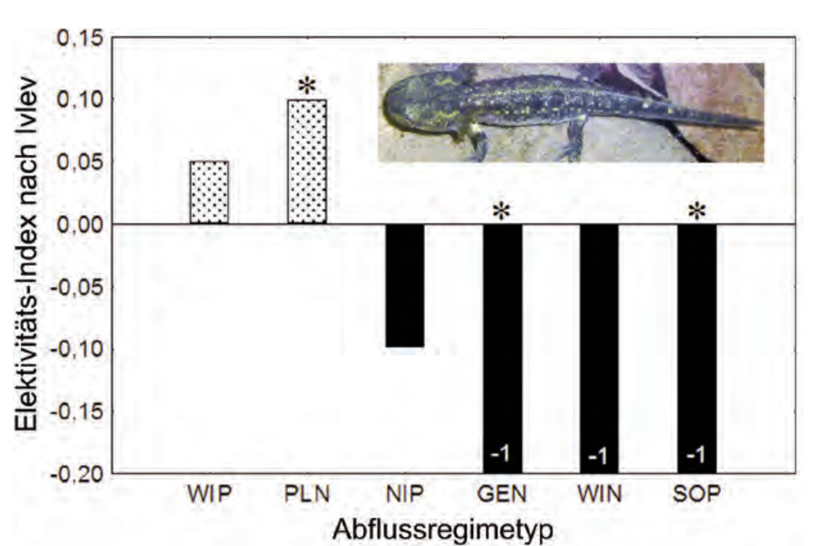


Abb. 86: Bevorzugte Abflussregimetypen von Feuersalamandern (*Salamandra salamandra*). Eindeutig bevorzugt werden winter-pluviale (WIP) und pluvio-nivale (PLN) Regimes, während nivo-pluviale (NIP), gemäßigt-nivale (GEN), winter-nivale (WIN) und sommer-pluviale (SOP) Regimes gemieden werden (aus WARINGER & WARINGER 2006).

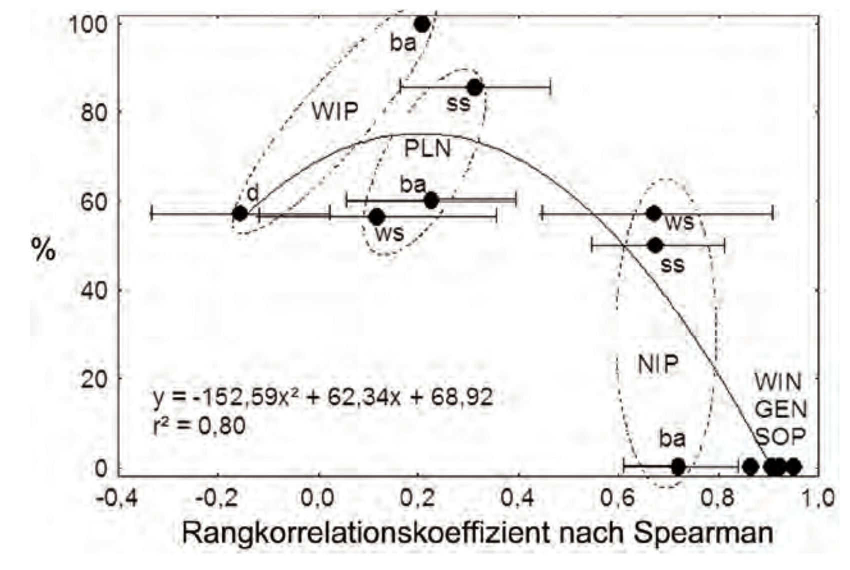


Abb. 87: Beziehung zwischen den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (monatliche Pardé-Abflusskoeffizienten versus monatliche Larvenabundanzen des Feuersalamanders; -1: totale Diskrepanz, +1: totale Übereinstimmung; CABELA et al. 2001 und eigene Beobachtungen) und den Prozentsätzen von salamanderbewohnten Einzugsgebieten pro Abflussregimetyp (aus WARINGER & WARINGER 2006).

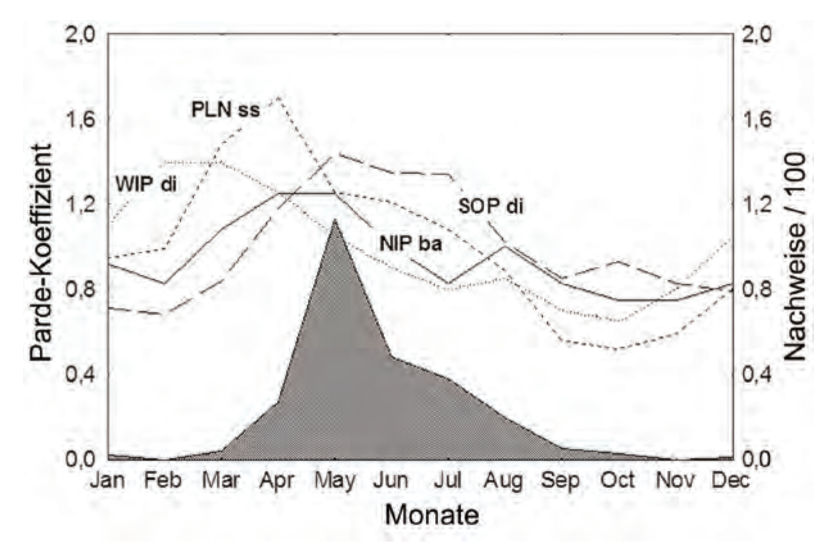


Abb. 88: Mittlerer monatlicher Durchfluss (ausgedrückt als Pardé-Abflusskoeffizient) bei vier verschiedenen Abflussregimetypen versus monatliche Larvenabundanzen des Feuersalamanders; CABELA et al. 2001 und eigene Beobachtungen). In winter-pluvialen (WIP) und pluvio-nivalen (PLN) Regimes treten die statistischen Hochwasserstände vor der Hauptlarvenperiode auf, in nivo-pluvialen (NIP) und sommer-pluvialen (SOP) Regimes fallen hingegen die statistischen Wasserhochstände mit der Hauptlarvenperiode zeitlich zusammen (aus WARINGER & WARINGER 2006).

Vögel

Unter den Vögeln stellt die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) neben dem Eisvogel (*Alcedo atthis*) und der Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*) eine charakteristische, wenn auch sehr lückig verbreitete Art an Wienerwaldbächen dar (SCHWEIGER 1953). Im östlichen Wienerwald betrug der Bestand im Jahr 1979 zehn Brutpaare verteilt auf 317 km^2 (WOLF 1981). Die Reviere der Wasseramsel liegen meist an größeren Bächen, wobei Abschnitte mit natürlicher, kiesig-steiniger Sedimenttextur und gehölzreichen, naturbelassen Ufern bevorzugt werden (WOLF 1981; GROSS & BERG, 2004). Für den Nestbau werden gerne Mauernischen an Gebäuden oder das Stützgebälk von Brücken angenommen. Zur Nahrungssuche taucht die Wasseramsel an flach überströmten Stellen mit steinigem Substrat nach Wasserinsekten und Larven, wobei auch die kurzen Flügel zum Schwimmen eingesetzt werden.

Säugetiere

Auch das größte Nagetier Europas, der Biber (*Castor fiber*; Abb. 90) lebt wieder in den Flüssen des Wie-



Abb. 89: Diese junge Ringelnatter (*Natrix natrix*) jagt in einem Zubringer des Halterbaches (Wienerwald) nach Feuersalamanderlarven.



Abb. 90: Biber (*Castor fiber*) (Foto: Christian Baumgartner).



Abb. 91: Nagespuren des Bibers (*Castor fiber*) können entlang des Wienflusses häufig beobachtet werden.



Abb. 92: Biberburg im Retentionsbecken des Mauerbaches (Wienerwald).

nerwaldes. So ist der Anblick von Bibernagespuren (Abb. 91) entlang des Wienflusses kein ungewohnter Anblick. In den Retentionsbecken von Wien und Mauerbach haben sich zahlreiche Biberfamilien niedergelassen. Eine der prächtigsten freistehenden Biberburgen in der Wiener Umgebung kann im Retentionsbecken des Mauerbaches im 14. Wiener Gemeindebezirk bewundert werden (Abb. 92). Die Biber des Wienerwaldes haben ihre neue Heimat besiedelt, indem sie das Wiener Stadtgebiet im hart verbauten Flussbett der Wien durchwandert haben. Die Stammpopulation der Wienerwaldbiber lebt nämlich in der Lobau. Hier wurden Ende der 1970er Jahre vierzig Tiere wiederangesiedelt, nachdem 1863 der letzte Biber Österreichs in Fischamend getötet worden war. Die Ansiedelung verlief so erfolgreich, dass man den Bestand in Wien auf derzeit 180 bis 200 Tiere schätzt (http://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/biotop/biber.html, Download 07062013). Biber gestalten ihre Umwelt durch Dammbau aus Ästen und Schlamm (Abb. 93). Diese Dämme stauen Bäche auf, damit die Eingänge zu den Biberbauten, die oft auch in steilen Böschungen angelegt werden, permanent unter Wasser liegen. Als Nahrung dienen die Rinde von Weichholzarten, Schilf, Wasserpflanzen und Kräuter. Die rege Nagetätigkeit steht oft in Konflikt zu menschlichen Nutzungen, schafft aber wertvolle ökologische Strukturen und Lebensräume für andere seltene Organismen und sorgt für Verjüngung der Baumbestände. Besonders die unmittelbare Ufernähe ist dabei das wichtigste Aktivitätszentrum der Biber.



Abb. 93: Biberdamm im Weidlingbach (Wienerwald) (Foto: Gabriele Weigelhofer).

Danksagung

Folgenden KollegInnen möchten wir für die Bereitstellung von Fotos herzlich danken: Mag. Ulrike Artmann, Dr. Christian Baumgartner, Mag. Ferdinand Dietrich, Dr. Peter Englmaier, Dr. Wolfram Graf, Mag. Christoph & Mag. Heidi Lang, Dr. Martin Schletterer, Dr. Ilse Stubauer, Dr. Gabriele Weigelhofer, Mag. Franziska Werba, Dr. Alexandra Zieritz.

Zusammenfassung

Der Wienerwald stellt den östlichen, spornförmigen Ausläufer des Alpenbogens dar und setzt sich aus zwei geologisch sehr unterschiedlichen Einheiten zusammen: dem Sandstein- und dem Kalkwienerwald. Beide Anteile enthalten zahlreiche Fließgewässer, die stark von den geologischen Eigenschaften ihrer Einzugsgebiete geprägt sind. Dieser Beitrag fasst die wichtigsten Aspekte der Hydrologie, der Austauschprozesse zwischen der hyporheischen Zone und dem Oberflächenwasser sowie der Nährstoffdynamik zusammen. Weiters werden das Phänomen der Drift und die überragende Rolle von Totholzdämmen als Schwerpunkte der organismischen Besiedlung diskutiert. Ein Überblick über die Biologie und Ökologie der wichtigsten bachbewohnenden Wirbellosen und Wirbeltiere rundet den Beitrag ab.

Literatur

Artmann U. (2000): Autochthone Produktion und Eintrag von grob-partikulärer Substanz (CPOM) im Weidlingbach. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-128.

Artmann U., Waringer J. & M. Schagerl (2003): Seasonal dynamics of algal biomass and allochthonous input of coarse particulate organic matter in a low-order sandstone stream (Weidlingbach, Lower Austria). — Limnologica **33**: 77-91.

Bauernfeind E. & U.H. Humpesch (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. — Verlag des Naturhistorischen Museums Wien: 1-239.

Baumgartner A. (1996): Biozönotische Untersuchungen von Makrozoobenthos-Organismen im Mauerbach (Niederösterreich, Wien) unter besonderer Berücksichtigung der Ordnungen der Amphipoda, Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-118.

Baumgartner A. & J. Waringer (1997): Longitudinal zonation and life cycle of macrozoobenthos in the Mauerbach near Vienna, Austria. — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **82**: 379-394.

Baumgartner N. (1997): Phänologie, Mikrohabitatwahl und Verbreitung von Feuersalamanderlarven (*Salamandra salamandra salamandra* Linnaeus 1758) im Weidlingbach (Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-125.

Baumgartner N. & Waringer A. & J. Waringer (1999): Hydraulic microdistribution patterns of larval fire salamanders (*Salamandra salamadra salamadra*) in the Weidlingbach near Vienna, Austria. — Freshwater Biology **41**: 31-41.

Bock A., Münzhuber R. & R. Schlepper (1982): Kriebelmücken als Plage- und Schaderreger an der Rur (Simuliidae, Dpt.). — Zeitschrift für angewandte Zoologie **69**: 183-217.

Bürgis H. (1993). Die Wasserschlupfwespe *Agriotypus armatus*, ein Köcherfliegenparasit. — Natur und Museum **123**: 140-148.

Cabela A., Grillitsch H. & F. Tiedemann (2001): Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich. — Umweltbundesamt, Wien: 1-880.

Ceola S., Hödl I., Adlboller M., Singer G., Bertuzzo E., Mari L., Botter G., Waringer J., Battin T.J. & A. Rinaldo (2013): Hydrologic variability affects invertebrate grazing on phototrophic biofilms in stream microcosms. — PLoS ONE **8**: 0629.doi:10.1371/journal.pone.0060629

Dietrich F. (1997): Der Einfluss von hydraulischem Stress und Substrat auf die Verteilungsmuster der Elmidae und Hydraenidae (Insecta: Coleoptera) im Weidlingbach (Wienerwald, Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-73.

Dietrich F. & J. Waringer (1999): Distribution patterns and habitat characterization of Elmidae and Hydraenidae (Insecta: Coleoptera) in the Weidlingbach near Vienna, Austria. — International Review of Hydrobiology **84**: 1-15.

Eisendle U. (1998): Die Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenfauna (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) eines Wienerwald-Flyschbaches (Weidlingbach; Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-114.

Eisendle U. & J. Waringer (1999): Faunistik und Phänologie der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera eines Flysch-Wienerwaldbaches (Weidlingbach, Niederösterreich). — Lauterbornia **35**: 21-31.

Fischer M.A. & J. Waringer (mit Beiträgen von Summesberger H.) (2011): Flysch und Kalk – die zwei Gesichter des Wienerwaldes, pp. 258-260. — In: Berger R. & F. Ehrendorfer (Eds.): Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. Böhlau Verlag Wien-Köln-Weimar, 739pp.

Gillies M.T. (1951): Association of a chironomid (Diptera) larva with *Ephemera danica* L. (Ephemeroptera). — Entomological Monthly Magazine **87**: 200-201.

Gross M. & H.-M. Berg (eds) (2004): Wasserlebensräume im Wienerwald: Naturschutzfachliche Erhebungen und Managementvorschläge für ausgewählte Fließ- und Stillgewässer. — Projektbericht für Naturschutzbund Niederösterreich und Österreichische Bundesforste: 1-135.

Guttmann S. (2000). Die erhobene Fischfauna im Mauerbach. — Unveröffentlichtes Kursprotokoll, Praktikum Süßwasservertebrata, Universität Wien: 1-16.

Hebauer F. (1980): Beitrag zur Faunistik und Ökologie der Elminthidae und Hydraenidae in Ostbayern. — Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft **69**: 29-80.

Illies J. (1952): Eine Köcherfliege im zweistöckigen Haus. — Mikrokosmos **42**: 1-3.

Kutzer E., Car M. & J. Fanta (1981): Zur Kriebelmückenplage in Österreich. — Wiener tierärztliche Monatsschrift **68**: 22-32.

Lang C. (1999): Zur Biologie und Mikrohabitatwahl der Larven von *Cordulegaster heros* Theischinger 1979 und *C. bidentata* Sélys 1843 (Insecta: Odonata) im Weidlingbach (Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-96.

Lang C., Müller H. & J. Waringer (2001): Larval habitats and longitudinal distribution patterns of *Cordulegaster heros* Theischinger and *C. bidentata* Sélys in an Austrian forest stream (Anisoptera: Cordulegasteridae). — Odonatologica **30**: 395-409.

Lang C., Lang H. & J. Waringer (2007): Die Libellengesellschaften der Wienerwaldbäche. — In: Raab R., Chovanec A. & J. Pennersdorfer (eds), Libellen Österreichs. Springer Verlag, Wien, New York: 1-345.

Loiskandl G. & A.C. Mrkvicka (2011): Der Wienerwald – ein Biosphärenpark. — In: Berger R. & F. Ehrendorfer (eds), Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. Böhlau Verlag, Wien, Köln,Weimar: 257-258.

Möbes-Hansen B. (1996): Einfluß des hydraulischen Stress auf die Mikrohabitatverteilung benthischer Organismen im Weidlingbach (Wienerwald, Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-102.

Möbes-Hansen B. & J. Waringer (1998): The influence of hydraulic stress on microdistribution patterns of zoobenthos in a sandstone brook (Weidlingbach, Lower Austria). — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **83**: 381-396.

Moog O. (ed.) (2002): Fauna Aquatica Austriaca, zweite Auflage. — Wasserwirtschaftskataster. Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, Wien.

Müller H. (1999): Phänologie und Ökologie der Imagines von *Cordulegaster heros* Theischinger 1979 und *C. bidentata* Sélys 1843 (Insecta: Odonata) am Weidlingbach (Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-89.

Oberrisser P. (2009): Organismische Drift von *Gammarus fossarum* Koch 1835 (Amphipoda) und Baetidae (Ephemeroptera) in Bachabschnitten unterschiedlicher Prädatorenzusammensetzung. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-63.

Oberrisser P. & J. Waringer (2011): Larval salamanders and diel drift patterns of aquatic invertebrates in an Austrian stream. — Freshwater Biology **56**: 1147-1159.

Oliver D.R. (1971): Life history of the Chironomidae. — Annual Review of Entomology **7**: 1-13.

Panzenböck M. (1995): Larvaltaxonomische Differenzierung der in Österreich Vorkommenden vier Arten der Gattung *Halesus* (Insecta, Trichoptera, Limnephilidae). — Diplomarbeit, Universität Wien, 1-110.

Panzenböck M. & J. Waringer (1997): A key to fifth instar larvae of *Halesus radiatus* Curtis 1834, *Halesus digitatus* Schrank 1781 and *Halesus tesselatus* Rambur 1842 (Trichoptera: Limenphilidae), based on Austrian material. — Aquatic Insects **19**: 65-73.

Prenner M. (1997): Die Zuckmückenfauna (Insecta: Chironomidae) eines Flyschbaches im Wienerwald (Weidlingbach, N.Ö.). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-78.

Reusch H., Siebert M. & M. Klima (1998): Larven von Schnepfenfliegen (Diptera: Athericidae) in Fließgewässem der Lüneburger Heide und angrenzender Regionen im Niedersächsischen Tiefland. — Jahrbuch des naturwissenschaftlichen Vereins für das Fürstentum Lüneburg **41**: 117-127.

Rühm W. (1983): Kriebelmücken (Simuliidae, Diptera) als Plage- und Schaderreger. — Veterinärmedizinische Nachrichten **1**: 38-50.

Rupprecht R. (1969): Zur Artspezifität der Trommelsignale der Plecopteren (Insecta). — Oikos **20**: 26-33.

Rupprecht R. (1997): An attempt to explain different drumming signals within *Capnia bifrons*. — In: Landolt P. & M. Sartori

(eds), Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. Fribourg: Mauron + Tinguely & Lachat SA: 93-98.

SCHEDER C. (2002): Verteilungsmuster, Habitatwahl und Lebenszyklus von Kriebelmücken (Diptera: Simuliidae) in einem Flysch-Wienerwaldbach (Weidlingbach, Niederösterreich). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-88.

SCHEDER C. & J. WARINGER (2002): Distribution patterns and habitat characterization of Simuliidae (Insecta: Diptera) in a low-order sandstone stream (Weidlingbach, Lower Austria). — Limnologica **32**: 236-247.

SCHEIBLREITER H. (1982): Ein Beitrag zur Kenntnis der Köcherfliegenfauna der Großen Tulln (Niederösterreich). — Dissertation, Universität Wien: 1-286.

SCHMEDTJE U. (1995): Ökologische Grundlagen für die Beurteilung von Ausleitungsstrecken. Beziehung zwischen der sohlennahen Strömung, dem Gewässerbett und dem Makrozoobenthos in Fließgewässern. — Schriftreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft **25**: 1-155.

SCHWEIGER H. (1953): Die Vogelfauna des Mauerbachufers. — Wetter und Leben, Sonderheft **II**: 212-216.

THIESMEIER B. (1992): Ökologie des Feuersalamanders. — Westarp Wissenschaften, Ökologie, Bd **6**, Essen: 1-125.

TOKESHI M. (1986): Population ecology of the commensal chironomid *Epoicocladius flavens* on its host *Ephemera danica*. — Freshwater Biology **16**: 235-243.

WALLACE B.J. & R.W. MERRITT (1980): Filter-feeding ecology of aquatic insects. — Annual Review of Entomology **25**: 103-132.

WALLNER S. (2006): Nutrient retention within the hyporheic zone of a low order sandstone stream (Weidlingbach). — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-58.

WALLNER S., WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (2008): Nutrient retention within the hyporheic zone of a low order sandstone stream (Weidlingbach, Lower Austria). — Archiv für Hydrobiologie, Supplement **166** Large Rivers **18**: 329-349.

WARINGER J. (1989a): Resistance of a cased caddis larva to accidental entry into the drift: the Contribution of active and passive elements. — Freshwater Biology **21**: 411-420.

WARINGER J. (1989b): Life cycle, horizontal microdistribution and current resistance of *Allogamus auricollis* (Trichoptera: Limnephilidae) in an Austrian mountain brook. — Freshwater Biology **22**: 177-188.

WARINGER J. (1992): The drifting of invertebrates and particulate organic matter in an Austrian mountain brook. — Freshwater Biology **27**: 367-378.

WARINGER J. (1993): The drag coefficient of cased caddis larvae from running waters: Experimental determination and ecological applications. — Freshwater Biology **29**: 419-427.

WARINGER J. (1996): Phenology and abundance of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera caught by emergence traps at the Weidlingbach near Vienna, Austria. — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **81**: 63-77.

WARINGER J. (2008): (Hydraulischen) Stress abbauen und sich treiben lassen – Gernot Bretschkos Impulse für die Driftforschung. — Schriften Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse **142**: 163-176.

WARINGER J. (2011): Wienerwaldbäche. — In: BERGER R. & F. EHRENDORFER (eds), Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. Böhlau Verlag, Wien, Köln,Weimar: 305-313.

WARINGER J. & W. GRAF (2002): Von Uferbolden, Drachenfliegen und Wassergeistern – Streifzug durch die vielgestaltige Welt der Wasserinsekten. — In: Natur im Herzen Mitteleuropas. Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums. Niederösterreichisches Pressehaus St. Pölten: 1-255.

WARINGER J. & W. GRAF (2011): Atlas of Central European Trichoptera Larvae. — Erik Mauch Publishers Dinkelscherben: 1-468.

WARINGER J. & A. WARINGER (2006): Illustrating catchment-reach coupling: the effect of discharge type on the distribution of larval fire salamanders. — Archiv für Hydrobiologie, Supplement **158**, Large Rivers 16: 689-702.

WARINGER J. & A. WARINGER (2013): Gewässer. — In: GRABHERR G. & T. GRABHERR (eds), Natur in Königstetten. Ergebnisse zum Tag der Artenvielfalt 2005 Biosphärenpark Wienerwald: 24-26.

WARINGER-LÖSCHENKOHL A. & F. WERBA (2004): Amphibien. — In: GROSS M. & H.-M. BERG (eds), Wasserlebensräume im Wienerwald: Naturschutzfachliche Erhebungen und Managementvorschläge für ausgewählte Fließ- und Stillgewässer. Projektbericht für Naturschutzbund Niederösterreich und Österreichische Bundesforste: 100-116.

WEIGELHOFER G. (1993): Eintrag an grob-partikulärem organischen Material (CPOM) in einem Bach niederer Ordnung und Abbau von Fallaub. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-105.

WEIGELHOFER G. (2002): The hyporheic zone: a neglected interface in low order sandstone streams. — Dissertation, Universität Wien: 1-85.

WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (1994). Allochthonous input of coarse particulate organic matter (CPOM) in a first to fourth order Austrian forest stream. — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **79**: 461-471

WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (1999): Woody debris accumulations – important ecological components in a low order forest stream (Weidlingbach, Lower Austria). — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **84**: 427-437.

WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (2000): The role of fine particles in the exchange between surface and hyporheic zone in a forested sandstone stream (Weidlingbach, Austria). — Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie **27**: 472-475.

WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (2003a): Vertical distribution of benthic macroinvertebrates in riffles versus deep runs with differing contents of fine sediments (Weidlingbach, Austria). — Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **88**: 304-313.

WEIGELHOFER G. & J. WARINGER (2003b): Response of macroinvertebrates to fine sediment accumulations within the hyporheic zone of a calcareous sandstone stream (Weidlingbach, Austria). — Archiv für Hydrobiologie, Supplement **147**, Large Rivers **14**: 327-346.

WEISSENBERGER J., SPATZ H.-Ch., EMANNS A. & J. SCHWOERBEL (1991): Measurement of lift and drag forces in the mN range experienced by benthic arthropods at flow velocities below 1.2 ms^{-1}. — Freshwater Biology **25**: 21-31.

WERBA F. (2006): Reproduktionsstrategien von *Rana temporaria* (Linnaeus 1758) in stehenden und fließenden Gewässern des Wienerwaldes. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-129.

WESENBERG-LUND C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. Gyldendalske Boghandel. — Nordisk Forlag, Kopenhagen & Springer, Berlin, Wien: 1-626.

WOLF M.E. (1981): Der Brutbestand der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), des Eisvogels (*Alcedo atthis*) und der Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*) im östlichen Wienerwald. — Egretta **24**: 22-38.

ZIERITZ A. (2005): Distribution patterns and habitat charaterization of aquatic Mollusca in the Weidlingbach near Vienna, Austria. — Diplomarbeit, Universität Wien: 1-133.

ZIERITZ A. & J. WARINGER (2008): Distribution patterns and habitat charaterization of aquatic Mollusca in the Weidlingbach near Vienna, Austria. — Archiv für Hydrobiologie, Supplement **166** Large Rivers **18**: 271-292.

ZIVKOVITCH V. (1958): Neuere Beiträge zur Ökologie der Kolumbatscher Mücke (*Simulium colombaczense* FABRICIUS 1787). — Zeitschrift für Tropenmedizin und Parasitologie **9**: 193-200.

Anschrift der Verfasser:

Ao. Univ. Prof. Dr. Johann Waringer &
Dr. Andrea Waringer,
Department für Limnologie und Bio-Ozeanographie
Universität Wien
Althanstraße 14
A-1090 Wien
e-mails: johann.waringer@univie.ac.at
andrea.waringer-loeschenkohl@univie.ac.at